

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCO-MAXILO-FACIAL

Mário Alexandre Morganti

Tese

**Estudo da inclinação do corpo mandibular em relação ao plano sagital mediano:
relação com dos resultados do traçado predictivo em cirurgia ortognática**

PORTO ALEGRE

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCO-MAXILO-FACIAL

Estudo da inclinação do corpo mandibular em relação ao plano sagital mediano:
relação com dos resultados do traçado predictivo em cirurgia ortognática

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, Clínica Odontológica/Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica.

MÁRIO ALEXANDRE MORGANTI

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Mezzomo Collares

Linha de Pesquisa

Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Morganti, Mário Alexandre

Estudo da inclinação do corpo mandibular em relação ao plano sagital mediano: relação com dos resultados do traçado predictivo em cirurgia ortognática. / Mário Alexandre Morganti. -- 2016.

56 f.

Orientador: Fabrício Mezzomo Collares.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Cirurgia Ortognática. 2. Deformidade Dentofacial. 3. Cefalometria 2D. I. Collares, Fabrício Mezzomo, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

É importante, nesse momento, deixar o meu agradecimento especial a Profa. Dra. Edela Puricelli. Não apenas pela orientação e suporte que muito enriqueceu este trabalho, mas principalmente pelas incontáveis vezes em que, com muito carinho, me proporcionou as mais variadas oportunidades de crescimento acadêmico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Esta seção é uma grande oportunidade de fazer justiça a todas as pessoas que de maneira direta ou indireta ajudaram para que fosse alcançada a conclusão deste trabalho. Não há como não me sentir abençoado por estar constantemente cercado de pessoas dispostas a doar o seu tempo e conhecimento.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer minha família. Aos meus pais, Rogério e Lurdes, não haverão páginas suficientes para listar motivos emocionais e materiais, portanto irei resumir meu agradecimento ao exemplo dado ao longo de toda sua vida, de retidão e caráter, sendo verdadeiras bússolas a mostrar o caminho. A minha amada esposa Paula, mais uma vez ao meu lado na conclusão de uma etapa importante do meu caminho, agradeço por estar presente quando era necessário enquanto ao mesmo tempo olhava por todos nós. Só assim pude me dedicar o tempo necessário a este projeto, com a tranquilidade de saber que minha família sempre estaria sob os melhores cuidados possíveis. Estarei contigo também quando precisares. Aos meus filhos, pela compreensão de que nem sempre pude estar com eles tanto quanto todos nós gostaríamos. Ao Francisco, futuro colega, que já vivenciou isso tantas vezes, à Giovanna, minha princesa, e ao Frederico, meu pulguinho, que experimentaram pela primeira vez e não gostaram, amo vocês.

Também agradeço ao apoio dado por minha cunhada, Mariana, na revisão e formatação deste texto e a minha sogra, Ana Maria, pela incansável disposição e carinho. Ao meu irmão, Sérgio, pela parceria mesmo a distância, também perseguindo seus objetivos.

Agradeço ao colega Dr. Gustavo Lisboa Martins pela disponibilização da amostra em que se baseou esta tese e pelos recursos digitais, incluindo os softwares de análises.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Baraldi, pela colaboração na elaboração e defesa deste projeto, sempre pronto para discussões intelectuais.

Ao Prof. Dr. Fabrício Mezzomo Collares, pela presteza em me receber como aluno orientado, pelos conhecimentos emprestados e pela infinita paciência.

Ao Prof. Dr. Vicente Castello Branco Leitune por todas as contribuições na elaboração deste trabalho, desde a defesa projeto até a elaboração das análises.

À Profa. Dra. Tatiana Siqueira Gonçalves, colega já de longa data, pela parceria constante e pela disponibilidade em participar da defesa desta Tese.

Às Professoras Dra. Deise Ponzoni e Dra. Adriana Corsetti pela disponibilidade na importante participação na prova de qualificação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, competentemente coordenado pelo Prof. Dr. Cassiano Kuchenbecker Rösing, pela oportunidade em fazer parte de curso de pós-graduação de excelência.

À minha secretária, Neca, pela parceria e pelo carinho, ao longo de toda minha vida, gerindo meus compromissos profissionais e criando tempo onde não existia.

À Dra. Andressa Pressoto e Dra. Helena R. Kremer, da Dior Center de Porto Alegre, pela pronta disponibilização de recursos e espaço.

À engenheira Léria Rosane Holsbach pelo auxílio no desenvolvimento do protótipo utilizado.

Aos meus colegas, técnicos, funcionários e coordenadores do Centro de Odontologia da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, e em especial a nossa administradora, Dra. Isabel Regina Pucci, pela amizade e pelo incentivo de tantos anos.

E todos que estiveram comigo ao longo deste caminho,

Meus mais sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

1	ANTECEDENTES	7
1.1	Osteotomias mandibulares	7
1.2	Planejamento Predictivo	9
1.3	Avaliação Métrica de Tomografias computadorizadas de Feixe Cônico	13
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS	17
3.1	Objetivo Geral	17
3.2	Objetivos Específicos.....	17
4	MANUSCRITO.....	18
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A	54
	APÊNDICE B.....	55

1 ANTECEDENTES

1.1 Osteotomias mandibulares

As deformidades faciais que requerem atenção ortodôntica e cirúrgica combinadas são das mais variadas, envolvendo grandes alterações esqueléticas verticais, ântero posteriores e transversais, isoladamente e em combinação (Fonseca e Gregoret, 1997a; Janson, Sant'ana e Yaedú, 2008; Profitt e Sarver, 1993) com compensações dentárias secundárias. A extensão destas deformidades ultrapassa os limites do tratamento ortodôntico isolado (Janson, Sant'ana e Yaedú, 2008) e determina a necessidade de intervenções cirúrgicas que corrijam o esqueleto facial (Arnett e Bergman, 1993a; Wolford, 2000), muitas vezes além do necessário para o próprio equilíbrio estético (Puricelli *et al.*, 2016).

Tais condições, sejam congênitas ou adquiridas, podem alterar a funcionalidade do sistema estomatognático como um todo. A diminuição do número de contatos oclusais reduz a eficiência mastigatória e a capacidade de trituração (Abrahamsson *et al.*, 2015). A capacidade de ventilação também pode ser reduzida através de obstruções decorrentes alterações em tecidos duros e de posicionamento e tonicidade de tecidos moles na cavidade nasal (Puricelli *et al.*, 2016) e em diversos pontos da faringe (Balbani, Weber e Montovani, 2005; Gokce *et al.*, 2012; Puricelli *et al.*, 2016; Zancanella *et al.*, 2012). Há também um severo comprometimento na qualidade de vida, com aumento da sensação de dor oro-facial e corporal, assim como prejuízos na percepção da estética facial, desconforto psicológico e social (Baherimoghaddam *et al.*, 2016; Khadka *et al.*, 2011).

As osteotomias mandibulares para correções ântero-posteriores tem um longo histórico, possivelmente datando de 1898, quando foi descrita por Bérard e Jaboulay, apud Caldwell e Letterman (1954), uma fratura do côndilo para o retroposicionamento mandibular. Este tipo de abordagem prevaleceu, com alterações menores, até o surgimento da técnica de osteotomia sagital do ramo com acesso intra-bucal, preconizada por Trauner e Obwegeser (1957) e modificada por Dal Pont (1961). Esta técnica possibilitou avanços e recuos do corpo mandibular para que seja possível obter uma oclusão dentária satisfatória e vem sendo amplamente utilizada há mais de 50 anos (Wolford, 2000).

Estes avanços, somados à abordagem cirúrgica da maxila de forma previsível (Bell, W. H., 1975; Epker e Wolford, 1975), promoveram o desenvolvimento de ideais cefalométricos atingíveis, baseados em telerradiografias em norma lateral, com ênfase nos tecidos moles

(Holdaway, 1983; 1984). Enfim, uma harmonia esquelética e dentária podia ser conquistada a partir de um ideal estético (Arnett e Bergman, 1993).

Uma nova proposta de osteotomia sagital mandibular foi apresentada por Puricelli (2007) estendendo o desenho da osteotomia de Obwegeser-Dal Pont até próximo ao forame mentoniano, permitindo assim uma maior movimentação ântero-posterior, vantagens mecânicas, facilidades trans-operatórias e uma maior zona de contato ósseo entre os segmentos (Puricelli, 2007). Esta alteração, somada a utilização de fixação rígida através de microplacas de titânio (Puricelli, 1982) promove expressiva vantagem biomecânica (Puricelli *et al.*, 2007) e a possibilidade de avanços mandibulares podendo chegar a 20mm (Puricelli, 2007). Estes grandes avanços mandibulares aumentaram o escopo do tratamento ortodôntico cirúrgico das deformidades faciais, ampliando suas indicações.

Significativas melhoras nas funções do sistema estomatognático são conquistadas após o tratamento ortodôntico e cirúrgico. O aumento no número dos contatos oclusais promove uma maior capacidade de trituração, podendo ser avaliada através de esferas de silicone (Abrahamsson *et al.*, 2015). A articulação da fala apresenta melhora independente do tipo e da magnitude do movimento cirúrgico, e a capacidade e força de vedamento labial é aumentada significativamente mesmo quando avaliada um ano após o procedimento cirúrgico (Hassan, Naini e Gill, 2007; Suksang e Pimkhaokham, 2016; Takeuchi *et al.*, 2015). A percepção de qualidade de vida relacionada a saúde bucal, quando verificada através dos formulários SF-36, OHIP-14 e OQLQ-22 antes e até 12 meses após tratamento, demonstra evolução altamente positiva, independente do nível da deformidade (Baherimoghaddam *et al.*, 2016; Khadka *et al.*, 2011).

Mais recentemente, os resultados dos tratamentos ortodôntico cirúrgicos passaram a ser enfatizados, uma vez que o aumento das dimensões das vias aéreas superiores promove a redução da resistência do fluxo de ar, promovendo melhoras nos resultados dos testes de polissonografia (Gokce *et al.*, 2012). Os resultados positivos a curto e longo prazo levaram a cirurgia de defeito de face a ser indicada como fase I do protocolo de Stanford para tratamento da apnéia obstrutiva do sono (Zancanella *et al.*, 2012), sendo indicada entre as primeiras alternativas de tratamento, inclusive para pacientes que não apresentam deformidade facial (Puricelli *et al.*, 2016; Zancanella *et al.*, 2012).

1.2 Planejamento Predictivo

Uma vez concluída a etapa de tratamento ortodôntico pré-cirúrgico (Profitt e Sarver, 1993), o paciente recebe uma avaliação sistêmica através de exames clínicos, laboratoriais e de uma consulta médica (Medeiros, 2004). Um exame clínico odontológico no aspecto extra-oral e intra-oral deve comprovar as condições satisfatórias para o início do planejamento cirúrgico (Profitt e Sarver, 1993; Puricelli *et al.*, 2016). Assim os exames pré-cirúrgicos podem ser executados, consistindo de fotografias intra e extra-orais, modelos de estudo, modelos de trabalho, radiografia panorâmica, telerradiografias em norma frontal e lateral e traçados cefalométricos (Fonseca e Gregoret, 1997; Profitt e Sarver, 1993). Tomografias computadorizadas de face, helicoidais ou de feixe cônico são recomendadas (Puricelli *et al.*, 2016). Outros exames devem ser solicitados, de acordo com a necessidade clínica, e podem incluir polissonografias, rinometria e rinomanometria, cintilografia óssea e execução de protótipos por esterolitografia ou impressão em três dimensões (Puricelli *et al.*, 2016).

Desde os anos 60, a análise predictiva tem sido feita manualmente, com papel de acetato, sobre a telerradiografia de perfil (Kolokitha e Topouzelis, 2011). Isto permite a quantificação dos movimentos ântero-posteriores e verticais sobre o plano sagital mediano através da manipulação das estruturas esqueléticas, dentárias e tecidos moles até que esteja de acordo com o estudo cefalométrico e facial, para servirem de referência aos procedimentos de transferência ao campo cirúrgico (Fish e Epker, 1980; Fonseca e Gregoret, 1997b; McNeill, 1972; Medeiros, 2004; Moshiri *et al.*, 1982; Mozzo *et al.*, 1998; Wolford, Dugan e Hilliard, 1985).

O primeiro método de traçado predictivo parece ter sido descrito por Cohen (1965), onde, sobre um traçado de maxila, mandíbula, dentes e tecidos mole, era feita uma cópia das estruturas mandibulares apenas. Essa cópia era então deslocada pelo plano oclusal no sentido posterior até a posição desejada, os tecidos moles revisados e marcados sobre o traçado original para possibilitar a visualização das alterações propostas. Posteriormente McNeill *et al.* (1972) sugeriram o uso de modelos de estudo montados em articulador, com ou sem um “set up” ortodôntico, para servir de referência para as relações molar e incisiva do traçado. Outras propostas aparecem na literatura da época, incluindo o uso de transparências de fotografias para melhor comunicar as alterações de tecidos moles ao paciente (Henderson, 1974; Hohl, Wolford e Epker, 1978) e da visualização dos objetivos do tratamento (VOT) ortodôntico somada a movimentação esquelética (Fish e Epker, 1980; Moshiri *et al.*, 1982).

O planejamento baseado na movimentação dentária ou esquelética, porém, não podia precisar de forma direta as alterações percebidas em tecidos moles. Diferentes propostas de planejamento

ortodôntico e cirúrgico afetariam lábios, mento e nariz de forma distinta. Em 1980, Proffit e Epcker publicaram uma tabulação destes resultados ainda com muitos dados inconclusivos (Proffit e Epcker, 1980).

Em meados dos anos 80, uma proposta sistematizada de uso do traçado predictivo foi publicada por Wolford et al. (1985), combinando a manipulação de tecidos duros com a parâmetros precisos de predição de alterações dos tecidos moles para vários tipos de osteotomias. Uma outra proposta foi introduzida por Proffit (1991), utilizando os dados para predição de alterações de tecidos moles propostos por Jensen (Jensen, Sinclair e Wolford, 1992). Estas são as propostas de traçado predictivo mais completas e sistematizadas introduzidas. Porém, apesar de serem ferramentas fundamentais para a compreensão dos resultados propostos (Gossett *et al.*, 2005; Kolokitha e Topouzelis, 2011), o resultado estético final é altamente dependente da habilidade artística e da experiência do operador (Sarver, 1998), além de representarem um substancial acréscimo de tempo de planejamento (Athanasίου e Kragsskov, 1995).

Alternativamente, recursos computadorizados permitem realizar este trabalho em ambiente virtual, dispensando o uso do papel de acetato e do traçado manual. O primeiro programa desenvolvido especificamente para o planejamento de cirurgias ortognáticas e predição do traçado de tecidos moles foi introduzido por Bhatia e Sowray (1984), e permitia ao operador manipular gráficos obtidos de radiografias digitalizadas buscando visualmente o melhor resultado de tecidos moles, alterados de forma automatizada através dos dados de Engel et al. (1979). Outros softwares guiavam o operador a partir da sobreposição dos standards de Bolton (Harradine e Birnie, 1985) ou ainda de forma totalmente automatizada (Walters, H. e Walters, D. H., 1986), onde após a digitalização de um traçado sobre uma telerradiografia de perfil, o traçado predictivo era gerado a partir de parâmetros numéricos, podendo ser alterado manualmente após a conclusão.

A utilização de programas de computador capazes de fundir a captura da imagem fotográfica do perfil do paciente, em coordenação com os dados cefalométricos, mostrando as alterações de perfil mole desta imagem concomitantes a VOT, permitiram ao clínico rapidamente analisar e planejar o resultado estético em uma cirurgia simulada (Sarver, 1996). O software cefalométrico e o sistema *True Vision Processing System* introduzidos em meados da década de 80 foram, na época, uma grande ferramenta de comunicação e motivação para o paciente e familiares, porém não eram ferramentas de mensuração precisas para a transferência ao campo cirúrgico (Kolokitha e Topouzelis, 2011; Phillips *et al.*, 1984; Sinclair *et al.*, 1995; Upton *et al.*, 1998).

Atualmente, diversas opções de programas estão disponíveis para este fim, e apresentando diferentes outras funcionalidades. O primeiro programa comercial, e ainda disponível para aquisição, foi o *Quick Ceph Image*, hoje chamado de *Quick Ceph Studio* (Quick Ceph Systems,

San Diego, EUA) (Kaipatur, Al-Thomali e Flores-Mir, 2009), seguido do *Dentofacial Planner* (Dentofacial Software Inc, Toronto, Canada), *Vistadent* (GAC International, Birmingham, EUA), *Ortodontic Treatment Planner* (Pacific Coast Software Inc, Wayzata, EUA), *Orthognathic Prediction Analysis* (Opal Image Inc, Londres, UK), *Dolphin Imaging Software* (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, EUA) (Kolokitha e Topouzelis, 2011), entre outros.

A utilização destes recursos de informática, quando comparados ao traçado manual apresenta um significativo ganho em tempo de planejamento (Sarver, 1996; Schultes, Gaggl e Kärcher, 2010). Os traçados predictivos gerados apresentam boa precisão, com erros que podem ser consideradas dentro dos limites clínicos aceitáveis para tecidos duros (Kaipatur, Al-Thomali e Flores-Mir, 2009), sendo os maiores problemas ainda relativos aos tecidos moles, especialmente no que diz respeito a previsibilidade da posição dos lábios superior e inferior (Jones *et al.*, 2007; Schultes, Gaggl e Kärcher, 2010). Quando comparados entre si, nenhum software específico parece ser mais preciso na previsibilidade dos resultados planejados (Kaipatur e Flores-Mir, 2009). Além disso, o profissional fica restrito aos métodos escolhidos pelo desenvolvedor e ainda utiliza, para confecção do traçado predictivo, uma telerradiografia em norma lateral digitalizada ou extraída de uma tomografia computadorizada (Kolokitha e Topouzelis, 2011).

A transferência dos resultados obtidos no estudo predictivo é comumente realizada através do uso de splints acrílicos confeccionados através da cirurgia de modelos de gesso montados em articulador semi-ajustável (Medeiros, 2004). Enquanto isto permite uma reprodução adequada das movimentações planejadas nos três planos do espaço, apresenta diversos problemas, tais como falhas de adaptação à oclusão dentária, distorções do material acrílico e grande tempo de trabalho envolvidos no planejamento, além de ser dependente da habilidade técnica do profissional responsável pelo planejamento (Hammoudeh *et al.*, 2015; Nakasima *et al.*, 2005; Stokbro *et al.*, 2016; Wrzosek *et al.*, 2016). A precisão da transferência do planejamento predictivo para o campo cirúrgico também pode ser prejudicada por problemas com o uso do arco facial e na reprodução da orientação dos modelos maxilar e mandibular no articulador semi-ajustável e dificuldades em reproduzir a autorrotação da mandíbula (Barbenel *et al.*, 2010; Gateno, Forrest e Camp, 2001; Sharifi *et al.*, 2008).

A acentuada ampliação do uso dos recursos de informática em odontologia e o surgimento de métodos de aquisição de imagens cada vez mais precisos, de menor custo e menor geração de radiação permitiram o surgimento e a adoção de métodos de análise e VOT tridimensionais (Arai *et al.*, 1999; Kolokitha e Topouzelis, 2011; Mozzo *et al.*, 1998; Swennen *et al.*, 2006). O interesse por técnicas virtuais tridimensionais tiveram um aumento significativo nos últimos anos,

com o número de novas publicações anuais praticamente triplicando a partir de 2010 em comparação aos anos anteriores (Haas, Becker e de Oliveira, 2015). Os sistemas hoje utilizados fundem as imagens tridimensionais de uma tomografia com modelos digitalizados das arcadas dentárias e uma fotografia tridimensional, gerando um arquivo único que contem as informações de esqueleto facial, dentição e tecidos moles (Haas, Becker e de Oliveira, 2015; Plooij *et al.*, 2011).

O primeiro modelo tridimensional para formulação de um traçado preditivo de cirurgia ortognática parece ter sido proposto por Nakasima *et al.* (2005). Através da adoção de protocolos de imagem tridimensionais com a fusão dos dados da tomografia computadorizada de feixe cônico, do escaneamento a laser de modelos de gesso e de estereofotogrametria para captura colorida da superfície dos tecidos moles, uma completa virtualização do paciente em uma posição estática pode ser obtida (Haas, Becker e de Oliveira, 2015; Stokbro *et al.*, 2014). A manipulação direta de reconstruções volumétricas de tomografias computadorizadas com o objetivo de suprir o traçado predictivo pode ser realizada através dos softwares específicos para este fim (Swennen *et al.*, 2006), necessitando de um protocolo altamente complexo para o diagnóstico. Assim podem ser realizados o planejamento e a simulação da cirurgia de defeito de face, salientando a comunicação facilitada com o paciente e com os membros da equipe que o tratará, além da possibilidade de detecção de assimetrias que não seriam percebidas pelos exames tradicionais (Stokbro *et al.*, 2014; 2016). Atualmente, os softwares mais comumente utilizados para este tipo de planejamento parecem ser *Dolphin* (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, EUA), *Simplant* (Materialize, Leuven, Belgica), e *Maxilim* (Medicim, Mechelen, Belgica) (Centenero e Alfaro, 2012; Stokbro *et al.*, 2014), porém diversos outros estão disponíveis (Neimar Scolari, 2013).

Esta abordagem permite uma avaliação tridimensional dos resultados almejados, porém ainda esbarra em dificuldades como o alto custo dos programas necessários para sua utilização e da confecção dos guias cirúrgicos, além de alguma dificuldade em trabalhar com deformidades complexas que envolvam múltiplas segmentações esqueléticas, pouca previsibilidade na predição de alterações dos tecidos moles (Hammoudeh *et al.*, 2015; Stokbro *et al.*, 2014). O tempo cirúrgico, também, não parece ser menor do que quando o planejamento é realizado de forma tradicional (Haas, Becker e de Oliveira, 2015). Uma grande questão que tem sido lentamente resolvida é a necessidade de validação dos resultados previstos por estes métodos. É desejável que os resultados sejam validados utilizando os resultados dos tratamentos realizados (Hammoudeh *et al.*, 2015; Neimar Scolari, 2013; Stokbro *et al.*, 2016).

É também possível realizar a etapa da cirurgia de modelos de forma inteiramente virtual, obtendo, ao final, uma guia cirúrgica produzida através de processos computadorizados do tipo CAD/CAM (computer aided design, computer aided manufacturing) (Centenero e Alfaro, 2012), reduzindo as etapas necessárias e a possibilidade de erros, com maior precisão nos guias cirúrgicos finais, independente da complexidade das segmentações maxilares necessárias e armazenando exames e planejamentos em ambiente virtual, diminuindo enormemente o espaço para o armazenamento dos materiais utilizados no planejamento convencional (Haas, Becker e de Oliveira, 2015; Schendel e Jacobson, 2009; Stokbro *et al.*, 2014; 2016), porém aumentando o custo, e requerendo o escaneamento de modelos gesso ou o uso de grande quantidade de radiação ionizante para conseguir a precisão necessária (Centenero e Alfaro, 2012; Hammoudeh *et al.*, 2015; Kolokitha e Topouzelis, 2011). O tempo cirúrgico e a incidência de complicações não demonstram diferenças quando comparados a técnica tradicional de cirurgia de modelos em articulador semi-ajustável (Haas, Becker e de Oliveira, 2015). Já a redução do tempo de planejamento e confecção de guias cirúrgicos, pelo cirurgião e ortodontista, é expressiva (Haas, Becker e de Oliveira, 2015), chegando a 30% quando modelos finais articulados são necessários para confecção de guias, podendo-se estimar em 91% de economia de tempo caso um processo inteiramente virtual seja utilizado (Wrzosek *et al.*, 2016). Apesar de todos estes benefícios, o problema de adaptação dos guias cirúrgicos às arcadas dentárias no momento cirúrgico, ainda que de forma reduzida, persiste (Stokbro *et al.*, 2014).

Os protocolos utilizados para este planejamento variam enormemente entre os autores, porém a seguinte sequencia parece ser a mais comumente utilizada: obtenção de uma imagem de tomografia computadorizada, escaneamento de modelos de gesso, geração de uma imagem virtual tridimensional, planejamento das osteotomias iniciando pela maxila, utilização de um software para a fabricação de guias cirúrgicos virtuais (Centenero e Alfaro, 2012; Haas, Becker e de Oliveira, 2015; Hammoudeh *et al.*, 2015).

1.3 Avaliação Métrica de Tomografias computadorizadas de Feixe Cônico

A tomografia computadorizada de feixe cônico tem um histórico recente. Mozzo et al. (1998), da Universidade de Verona, na Itália, apresentaram o que talvez seja o primeiro aparelho a utilizar um feixe cônico de raios-X para captura de uma tomografia computadorizada de uso odontológico, o NewTom-9000. O aparelho, especificamente projetado para geração de imagens da região maxilo-facial, representou um grande avanço na redução na dose de radiação necessária, sendo o equivalente à sexta parte daquela utilizada pela tomografia de cortes axiais, mantendo boa

qualidade de imagem, porém mantendo o paciente em decúbito dorsal (Mozzo *et al.*, 1998). No ano seguinte, um aparelho com recursos semelhantes, mas com o paciente em posição vertical foi apresentada por um grupo de pesquisadores japoneses (Arai *et al.*, 1999).

Atualmente, os aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico são muito compactos, mantém o paciente geralmente em posição sentada, com a cabeça em posição vertical, e apresentam, de um lado, uma fonte de raios-X e de outro, um detector digital. O conjunto realiza um giro de 360 graus em torno da cabeça do paciente gerando uma imagem a cada intervalo pré-determinado, geralmente 1 grau. Essa série de imagens é então reconstruída em um computador utilizando algoritmos para a formação de de um arquivo de imagem tridimensional. O tempo necessário para a captura da imagem é reduzido, variando de 10 a 70 segundos. O tempo de exposição aos raios-X é de 3 a 6 segundos (Scarfe, Farman e Sukovic, 2006).

O arquivo de imagem gerado pelo computador é baseado em pontos localizados no espaço, em um sistema de três coordenadas, chamados voxels (volumetric pixel). Além disso, cada voxel possui um valor referente a sua radiodensidade, a escala Hounsfield, e a ele pode ser atribuída uma cor, permitindo a diferenciação entre estruturas antes muito semelhantes. Este conjunto de voxels é gravado em um protocolo de comunicação aberto de formato estandardizado chamado DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine, NEMA, Rosslyn, VA, EUA), que é a base de troca de dados entre computadores (Bell, W. H. e Guerrero, 2008). Na tomografia computadorizada de feixe cônico, cada voxel é representado por um cubo, sendo chamado de isométrico. Cada aresta apresenta, normalmente, dimensões entre 0,119 e 0,4mm (Kobayashi *et al.*, 2004). A partir destes dados, podem ser geradas reconstruções multiplanares sagitais, coronais e axiais, além de renderizações volumétricas de superfície (Bell, W. H. e Guerrero, 2008).

Enquanto a análise quantitativa das estruturas crânio-faciais pode ser sobre tomografias computadorizadas helicoidais em escala 1:1 e com erro menor de 1mm nos três planos do espaço, para uso odontológico apresenta inconvenientes tais como o alto custo, o posicionamento horizontal do paciente, a maior dose de radiação ionizante e a formação de artefatos que impedem a boa visualização da oclusão (Swennen *et al.*, 2006). A aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico permitiu atenuar estes inconvenientes, apresentando menor custo, menor dose de radiação, menor geração de artefatos, possibilidade de uso em espaços menores e com o paciente na posição vertical e resolução, capaz de gerar todas as imagens de duas dimensões tradicionalmente usadas na odontologia (De Vos, Casselman e Swennen, 2009; Garib *et al.*, 2007; Haas, Becker e de Oliveira, 2015).

As maiores limitações deste exame parecem ser a área de captura de imagem reduzida, podendo haver cortes em faces mais longas, inconsistências em estimar a densidade radiográfica através da escala de Hounsfield, informação limitada para tecidos moles de revestimento interno (De Vos, Casselman e Swennen, 2009; Swennen *et al.*, 2006).

Após a captura de imagem por um tomógrafo computadorizado de feixe cônico, os dados são processados em um computador para a remoção de artefatos e criação do arquivo de computador, o qual pode ser transmitido por via digital. Reconstruções volumétricas, para visualização e medição de vias aéreas, periodonto de suporte e estruturas internas, ou de superfície, para marcação de pontos de superfície, podem ser realizadas em computadores pessoais com programas adequados (Hammoudeh *et al.*, 2015).

2 JUSTIFICATIVA

Na realização do planejamento de osteotomias para avanço ou recuo mandibular em cirurgias de defeito de face, mesmo com todos os recursos tecnológicos de imagens tridimensionais, ainda hoje são utilizadas as telerradiografias em norma lateral com traçados predictivos. O transporte destes estudos para o campo cirúrgico pode ser feito através de guias em acrílico confeccionadas em cirurgias de modelos.

Uma alternativa a este longo processo de planejamento utiliza modelos virtuais do esqueleto facial, oclusão dentária e tecidos moles. Estes modelos virtuais são produzidos a partir de tomografias computadorizadas de crânio e face, podendo utilizar escaneamentos diretos ou indiretos da oclusão dentária. Infelizmente, o planejamento virtual de cirurgias ortognáticas ainda esbarra no alto custo envolvido com software e hardware e com a manufatura das guias cirúrgicas.

Uma outra proposta de transferência para o campo cirúrgico é baseada na transferência direta dos resultados obtidos com o traçado predictivo para o corpo mandibular, podendo eliminar a necessidade do uso de cirurgias de modelo e splints acrílicos, e assim eliminando a possibilidade de erros em etapas intermediárias e reduzindo o tempo do cirurgião e do ortodontista e o custo envolvido com o planejamento.

Ocorre que, enquanto o planejamento é realizado sobre traçados de telerradiografias de perfil, que representam o plano sagital mediano, o sítio cirúrgico por nossa equipe utilizado, na região de forame mentoniano encontra-se em um ângulo a este. Este ângulo poderia afetar negativamente a precisão do resultado final almejado, sendo necessário acrescentar alguma correção.

Assim, determinar a magnitude deste ângulo e os efeitos deste sobre o planejamento proposto, a variabilidade dentro da amostra destes achados e a possibilidade de utilizar um fator de correção baseado nos exames tradicionalmente utilizados traria uma melhora significativa na previsibilidade de resultados das cirurgias de defeito de face.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar, através de tomografias computadorizadas de feixe cônico, se há a necessidade de correções para utilização do corpo mandibular, em região de forame mentoniano, como referência para transferência do movimento mandibular cirúrgico ântero-posterior planejado em traçado predictivo sobre telerradiografias de perfil.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar a magnitude da correção necessária para transferência.
- b) Avaliar a possibilidade de predição deste fator de correção através de exames radiográficos convencionais.

1 4 MANUSCRITO

2

3 **Mental foramen area angulation to the midsagittal plane: relation to**
4 **orthognathic surgery planning¹**

5

6 Mario Alexandre Morganti¹, Fabrício Mezzomo Collares², Edela Puricelli³

7 1-PhD student, Oral and Maxillofacial Surgery program, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
8 (UFRGS)

9 2-Professor of Dental Materials, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

10 3-Professor of Oral and Maxillofacial Surgery, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

11

12 Institution: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dental Materials Laboratory (LAMAD)

13 Address for correspondence:

14 Ramiro Barcelos St, 2492, 4th floor, Dental Materials Laboratory (LAMAD)

15 Porto Alegre, RS, Brazil, 90035-003

16 The costs for the present study were supported by its authors. No grants were involved during the course
17 of this study

18

19 **ABSTRACT**

20

21 The aim of this study was to evaluate the mandibular body as a key reference area to
22 transfer the planned anteroposterior movement in predictive tracing to the surgical field, as
23 indicated by Puricelli, E. The angle of this area to the midsagittal plane could lead to
24 distortions in this process. A sample of 61 CBCT scans were evaluated in the OsiriX
25 software in 3D MPR. A hypothetical 10mm measure was inserted in the midsagittal plane

¹ Artigo formatado de acordo com as normas do periódico “International Journal of Oral And Maxillofacial Surgery”. Qualis Odontologia A1 – Ano Base 2016.

26 and its projection on the mandibular vestibular cortical was measured on both sides. Frontal
27 and lateral cephalograms, and panoramic radiographs, were created from the same CBCT
28 scan. Cephalometric and panorametric measurements were used in multiple linear
29 regression models to determine if an individualization of the mandibular body angle could
30 be estimated. A mean of 12.47mm(+/-0.48mm) projection was observed. There was no
31 significant difference in sides. There was a significant difference ($p<0.001$, CI 95%) with a
32 mandibular base orientation to a Frankfurt plane orientation, with the latter being 0,49mm
33 greater. There was no significance in multiple linear regression models, except for age
34 ($p<0.05$) and gender ($p<0.01$), but not clinically relevant. In conclusion, in average of 25%
35 should be added to the predictive tracing anteroposterior measurement.

36 Keywords: Orthognathic Surgery; Dentofacial Deformities; 2D cephalometry.

37

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo se propôs a avaliar a distorção causada pelo ângulo do corpo mandibular em relação ao plano sagital mediano e o efeito deste sobre a transferência dos resultados do traçado predictivo para o campo cirúrgico, dentro da técnica proposta por Puricelli. Foi um estudo retrospectivo de desenho transversal observacional, baseado na premissa de que, se a medição e a osteossíntese são realizadas sobre a cortical vestibular mandibular, na região imediatamente posterior ao forame mentoniano, esta área é a determinante no resultado final almejado.

Foi possível observar que a técnica proposta é eficaz e traz resultados altamente consistentes dentro de um ambiente controlado, como o protótipo utilizado. A medição das tomografias sugere que há necessidade de correção média de 25% na transferência dos resultados medidos sobre a telerradiografia de perfil. A alteração só é clinicamente significativa em movimentos mandibulares mais expressivos, acima de 10mm, porém a necessidade de observar as variações individuais é importante. Na amostra estudada a necessidade de correção chegou a 13,1% para a mínima e 36,8% para a máxima.

A busca por uma relação desta variação individual com os exames de imagem reconstruídos sem distorção, telerradiografia em norma lateral, telerradiografia em norma frontal pósterio-anterior e radiografia panorâmica, se mostrou infrutífera. Não foi observada uma relação entre os dados cefalométricos e grafométricos com o ângulo do corpo mandibular estudado. Também não foi observada diferença significativa entre os lados. As diferenças existentes para o sexo e idade, por sua vez, são clinicamente insignificantes.

Sendo assim, uma forma de avaliar diretamente o ângulo da região com o plano sagital mediano é necessária para a individualização. A partir de uma tomografia, seja helicoidal ou de feixe cônico, esta medida pode ser facilmente obtida. Sugerimos o uso da fórmula proposta, $Y=Z/\cos X$, onde “Z” é o valor ântero-posterior obtido no traçado predictivo e X o ângulo avaliado, para obtenção dos resultados finais individualizados.

A análise do protótipo revelou que, para que este resultado seja verdadeiro, é necessário que o ângulo goníaco se movimente lateralmente com o movimento anterior do segmento distal. Caso isso não ocorra, haverá distorções nas medições que poderão, inclusive, acarretar em uma medição menor que o movimento ântero-posterior. Assim, estudos futuros em situação clínica são necessários para comprovar os resultados deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSSON, C. *et al.* Masticatory function in patients with dentofacial deformities before and after orthognathic treatment-a prospective, longitudinal, and controlled study. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 1, p. 67–72, 2015.
- ARAI, Y. *et al.* Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. **Dento maxillo facial radiology**, v. 28, n. 4, p. 245–248, 1999.
- ARNETT, G. W.; BERGMAN, R. T. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning Part I. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 103, n. 4, p. 299–312, 1993.
- ARNETT, G. W.; BERGMAN, R. T. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning Part II. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 103, n. 5, p. 395–411, 1993.
- ATHANASIOU, A. E.; KRAGSKOV, J. Computerized cephalometric systems. *In*: ATHANASIOU, A. E. (Eds). **Orthodontic cephalometry**. St. Louis: Mosby-Wolfe, 1995.
- BAHERIMOGHADDAM, T. *et al.* Assessment of the changes in quality of life of patients with class II and III deformities during and after orthodontic–surgical treatment. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 45, n. 4, p. 476–485, 2016.
- BALBANI, A.; WEBER, S.; MONTOVANI, J. C. Atualização em síndrome da apnéia obstrutiva do sono na infância. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 71, n. 1, p. 74–80, 2005.
- BARBENEL, J. C. *et al.* Errors in orthognathic surgery planning: the effect of inaccurate study model orientation. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 39, n. 11, p. 1103–1108, nov. 2010.
- BELL, R. B. Computer Planning and Intraoperative Navigation in Orthognathic Surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 69, n. 3, p. 592–605, 2011.
- BELL, W. H. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. **Journal of oral surgery**, v. 33, n. 6, p. 412–426, 1975.
- BELL, W. H.; GUERRERO, C. A. Abordagem Virtual Tridimensional para Diagnóstico e Plano de Tratamento da Deformidade Maxilofacial. *In*: BELL, W. H.; GUERRERO, C. A. (Eds.). **Distração Osteogênica do Esqueleto Facial**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 71–96.
- BELL, W. H.; JACOBS, J. D.; QUEFADA, J. G. Simultaneous repositioning of the maxilla, mandible, and chin Treatment planning and analysis of soft tissues. **American Journal of Orthodontics**, v. 89, n. 1, p. 28–50, 1986.
- BHATIA, S. N.; SOWRAY, J. H. A computer-aided design for orthognathic surgery. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v. 22, n. 4, p. 237–253, 1984.

CALDWELL, J. B.; LETTERMAN, G. S. Vertical osteotomy in the mandibular ramal for correction of prognathism. **Journal of Oral Surgery**, v. 12, n. 3, p. 185–202, 1954.

CENTENERO, S. A. H.; ALFARO, F. H. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results – Our experience in 16 cases. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 40, n. 2, p. 162–168, 2012.

COHEN, M. I. Mandibular prognathism. **American Journal of Orthodontics**, v. 51, n. 5, p. 368–379, 1965.

DABOUL, A. *et al.* Reproducibility of Frankfort Horizontal Plane on 3D Multi-Planar Reconstructed MR Images. **PloS ONE**, v. 7, n. 10, p. e48281, 2012.

DAL-PONT, G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. **Journal of Oral Surgery**, v. 19, p. 42–47, 1961.

DE VOS, W.; CASSELMAN, J.; SWENNEN, G. R. J. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 38, n. 6, p. 609–625, 2009.

ENGEL, G. A.; QUAN, R. E.; CHACONAS, S. J. Soft-tissue change as a result of maxillary surgery A preliminary study. **American Journal of Orthodontics**, v. 75, n. 3, p. 291–300, 1979.

ENLOW, D. H.; HARRIS, D. B. A study of the postnatal growth of the human mandible. **American Journal of Orthodontics**, v. 50, n. 1, p. 25–50, 1964.

EPKER, B. N.; WOLFORD, L. M. Middle-third facial osteotomies: their use in the correction of acquired and developmental dentofacial and craniofacial deformities. **Journal of Oral Surgery**, v. 33, n. 7, p. 491–514, 1975.

FISH, L. C.; EPKER, B. N. Surgical-orthodontic cephalometric prediction tracing. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 14, n. 1, p. 36–52, 1980.

FONSECA, A. M.; GREGORET, J. Tratamiento Ortodónico Quirúrgico. *In*: GREGORET, J. (ED.). **Ortodoncia y Cirugia Ortognatica diagnóstico y planificacion**. Barcelona: Espaxs, 1997. p. 437–474.

FONSECA, A. M.; GREGORET, J. Trazado de predicción quirúrgica. *In*: GREGORET, J. (ED.). **Ortodoncia y Cirugia Ortognatica diagnóstico y planificacion**. Barcelona: Espaxs 1997. p. 497–504.

GARIB, D. G. *et al.* Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 2, p. 139–156, 2007.

GATENO, J.; FORREST, K. K.; CAMP, B. A comparison of 3 methods of face-bow transfer recording: Implications for orthognathic surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 59, n. 6, p. 635–640, 2001.

GOKCE, S. M. *et al.* Changes in posterior airway space, pulmonary function and sleep quality, following bimaxillary orthognathic surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 41, n. 7, p. 820–829, 2012.

GOSSETT, C. B. *et al.* Prediction Accuracy of Computer-Assisted Surgical Visual Treatment Objectives as Compared With Conventional Visual Treatment Objectives. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 63, n. 5, p. 609–617, 2005.

HAAS, O. L., Jr; BECKER, O. E.; DE OLIVEIRA, R. B. Computer-aided planning in orthognathic surgery—systematic review. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 44, n. 3, p. 329–342, 1 2015.

HAMMOUDEH, J. A. *et al.* Current Status of Surgical Planning for Orthognathic Surgery: Traditional Methods versus 3D Surgical Planning. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 3, n. 2, p. e307, 2015.

HARRADINE, N. W. T.; BIRNIE, D. J. Computerized prediction of the results of orthognathic surgery. **Journal of Maxillofacial Surgery**, v. 13, p. 245–249, 1985.

HASSAN, T.; NAINI, F. B.; GILL, D. S. The Effects of Orthognathic Surgery on Speech: A Review. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 65, n. 12, p. 2536–2543, 2007.

HENDERSON, D. The assessment and management of bony deformities of the middle and lower face. **British journal of plastic surgery**, v. 27, n. 3, p. 287–296, 1974.

HOHL, T. H.; WOLFORD, L. M.; EPKER, B. N. Craniofacial osteotomies: A photocephalometric technique for the prediction and evaluation of tissue changes. **The Angle Orthodontist**, v. 48, n. 2, p. 114–125, 1978.

HOLDAWAY, R. A. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. **American Journal of Orthodontics**, v. 84, n. 1, p. 1–28, 1983.

HOLDAWAY, R. A. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part II. **American Journal of Orthodontics**, v. 85, n. 4, p. 279–293, 1984.

JANSON, M.; SANT'ANA, E.; YAEDÚ, R. Y. F. Tratamento Ortodôntico-Cirúrgico. *In*: JANSON, M. (Ed.). **Ortodontia em Adultos**. Maringá: Dental Press, 2008. p. 553–649.

JENSEN, A. C.; SINCLAIR, P. M.; WOLFORD, L. M. Soft tissue changes associated with double jaw surgery. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 101, n. 3, p. 266–275, 1992.

JONES, R. M. *et al.* The validity of a computer-assisted simulation system for orthognathic surgery (CASSOS) for planning the surgical correction of class III skeletal deformities: single-jaw versus bimaxillary surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 36, n. 10, p. 900–908, 2007.

KAIPATUR, N. R.; FLORES-MIR, C. Accuracy of Computer Programs in Predicting Orthognathic Surgery Soft Tissue Response. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.

67, n. 4, p. 751–759, 2009.

KAIPATUR, N.; AL-THOMALI, Y.; FLORES-MIR, C. Accuracy of Computer Programs in Predicting Orthognathic Surgery Hard Tissue Response. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 67, n. 8, p. 1628–1639, 2009.

KHADKA, A. *et al.* Changes in quality of life after orthognathic surgery: a comparison based on the involvement of the occlusion. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics**, v. 112, n. 6, p. 719–725, 2011.

KIM, G. *et al.* Accuracy and Reliability of Length Measurements on Three-Dimensional Computed Tomography Using Open-Source OsiriX Software. **Journal of Digital Imaging**, v. 25, n. 4, p. 486–491, 2012.

KIM, Y. H.; KANG, S. J.; SUN, H. Cephalometric Angular Measurements of the Mandible Using Three-Dimensional Computed Tomography Scans in Koreans. **Archives of Plastic Surgery**, v. 43, n. 1, p. 32–8, 2016.

KOBAYASHI, K. *et al.* Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 19, n. 2, p. 228–231, 2004.

KOLOKITHA, O.-E.; TOPOUZELIS, N. Cephalometric methods of prediction in orthognathic surgery. **Journal of maxillofacial and oral surgery**, v. 10, n. 3, p. 236–245, 2011.

MARTINS, G. L. **Estudo Comparativo Da Panorametria Na Radiografia Panorâmica E Panorâmica De Tomografia Computadorizada De Feixe Cônico**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MCNEILL, R. W. Cephalometric prediction for orthodontic surgery. **The Angle Orthodontist**, v. 42, n. 2, p. 154–164, 1972.

MEDEIROS, P. J. Preparo Ortodôntico para Cirurgia. *In*: MEDEIROS, P. J. (Ed.). **Cirurgia Ortognática Para o Ortodontista**. 2a. ed. Santos: Santos, 2004.

MOSHIRI, F. *et al.* Surgical diagnosis and treatment planning: a visual approach. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 16, n. 1, p. 37–59, 1982.

MOZZO, P. *et al.* A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **European radiology**, v. 8, n. 9, p. 1558–1564, 1998.

NAKASIMA, A. *et al.* Three-dimensional computer-generated head model reconstructed from cephalograms, facial photographs, and dental cast models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 127, n. 3, p. 282–292, 2005.

NEIMAR SCOLARI, O. E. B. Three-dimensional Planning in Orthognathic Surgery using Cone-beam Computed Tomography and Computer Software. **Journal of Computer Science & Systems Biology**, v. 06, n. 06, 2013.

OBWEGESER, H.; TRAUNER, R. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. **Oral surgery, oral medicine, and oral pathology**, v. 10, n. 7, 1957.

PHILLIPS, C. *et al.* Photocephalometry: Errors of projection and landmark location. **American Journal of Orthodontics**, v. 86, n. 3, p. 233–243, 1984.

PLOOIJ, J. M. *et al.* Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery. A systematic review. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 40, n. 4, p. 341–352, 2011.

POLLEY, J. W.; FIGUEROA, A. A. Orthognathic Positioning System: Intraoperative System to Transfer Virtual Surgical Plan to Operating Field During Orthognathic Surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 71, n. 5, p. 911–920, 2013.

PROFFIT, W. R. Treatment Planning: the search for wisdom. *In*: PROFFIT, W. R.; WHITE, R.P. (Eds.). **Surgical Orthodontic Treatment**. St. Louis: Mosby, 1991. p. 142–191.

PROFFIT, W. R.; EPKER, B. N. Treatment Planning for Dentofacial Deformities. *In*: BELL, W. H.; PROFFIT, W., R.; WHITE, R. P. (Eds.). **Surgical Correction of Dentofacial Deformities**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1980. p. 155–199.

PROFFIT, W. R.; SARVER, D. M. Tratamento Cirúrgico e Ortodôntico Combinados. *In*: PROFFIT, W.R.; FIELDS, H. W.; SARVER, D. M. (Eds.). **Ortodontia Contemporânea**. 4^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 639–668.

PURICELLI, E. Menor tempo de fixação intermaxilar nas cirurgias de prognatismo. **Revista Gaucha de Odontologia**, v. 30, n. 2, p. 95–98, 1982.

PURICELLI, E. A new technique for mandibular osteotomy. **Head & Face Medicine**, v. 3, n. 1, p. 15, 2007.

PURICELLI, E. Panorametry: suggestion of a method for mandibular measurements on panoramic radiographs. **Head & Face Medicine**, v. 5, n. 1, p. 19, 23 2009.

PURICELLI, E. *et al.* Applied mechanics of the Puricelli osteotomy: a linear elastic analysis with the finite element method. **Head & Face Medicine**, v. 3, n. 1, p. 38, 3 2007.

PURICELLI, E. *et al.* Comparative study of Puricelli's panorametry in conventional panoramic radiography and cone beam computed tomography panoramic reconstruction. **Revista da Faculdade de Odontologia de Passo Fundo**, v. 18, n. 1, p. 18–23, 2013.

PURICELLI, E. *et al.* Tratamento Cirúrgico Bucomaxilofacial. *In*: MAAHS, M. A. P.Ç ALMEIDA, S. T. (Eds.). **Respiração Oral e Apnéia Obstrutiva do Sono**. Rio de Janeiro: Revinter, 2016. p. 351–374.

RESNICK, C. M. *et al.* Is There a Difference in Cost Between Standard and Virtual Surgical Planning for Orthognathic Surgery? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 9, p. 1827–1833, 2016.

RINO NETO, J. *et al.* Evaluation of radiographic magnification in lateral cephalograms obtained with different X-ray devices: experimental study in human dry skull. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 18, n. 2, p. 17.e1–7, 2013.

SARVER, D. M. Video cephalometric diagnosis (VCD): a new concept in treatment planning? **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 110, n. 2, p. 128–136, 1996.

SARVER, D. M. The technology and mechanics of videocephalometrics. *In*: SARVER, D. M. (Ed.). **Esthetics Orthodontics and Orthognathic Surgery**. St. Louis: Mosby, 1998. p.281.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 72, n. 1, p. 75–80, 2006.

SCHENDEL, S. A.; JACOBSON, R. Three-dimensional imaging and computer simulation for office-based surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v. 67, n. 10, p. 2107–2114, 2009.

SCHULTES, G.; GAGGL, A.; KÄRCHER, H. Accuracy of Cephalometric and Video Imaging Program Dentofacial Planner Plus® in Orthognathic Surgical Planning. **Computer Aided Surgery**, v. 3, n. 3, p. 108–114, 2010.

SHARIFI, A. *et al.* How accurate is model planning for orthognathic surgery? **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 37, n. 12, p. 1089–1093, 2008.

SINCLAIR, P. M. *et al.* The accuracy of video imaging in orthognathic surgery. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 107, n. 2, p. 177–185, 1995.

STOKBRO, K. *et al.* Virtual planning in orthognathic surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 43, n. 8, p. 957–965, 2014.

STOKBRO, K. *et al.* Surgical accuracy of three-dimensional virtual planning: a pilot study of bimaxillary orthognathic procedures including maxillary segmentation. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 45, n. 1, p. 8–18, 2016.

SUKSANG, S.; PIMKHAOKHAM, A. Evaluation of oral health related quality of life in patients undergoing orthognathic surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 28, n. 6, p. 488–492, 2016.

SWENNEN, G. R. J. *et al.* A new method of 3-D cephalometry Part I: the anatomic Cartesian 3-D reference system. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 17, n. 2, p. 314–325, 2006.

TAKEUCHI, G. *et al.* Changes in maximum lip closing force following orthognathic surgery in patients with jaw deformities. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 27, n. 4, p. 465–469, 2015.

UPTON, P. M. *et al.* Evaluation of video imaging prediction in combined maxillary and mandibular orthognathic surgery. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial**

Orthopaedics, v. 112, n. 6, p. 656–665, jan. 1998.

WALTERS, H.; WALTERS, D. H. Computerised planning of maxillo-facial osteotomies: the program and its clinical applications. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v. 24, n. 3, p. 178–189, 1986.

WEISSHEIMER, A. *et al.* Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics**, v. 142, n. 6, p. 801–813, 2012.

WOLFORD, L. M. The sagittal split ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v. 58, n. 3, p. 310–312, 2000.

WOLFORD, L. M.; DUGAN, D. J.; HILLIARD, F. W. **Surgical treatment objective: a systematic approach to the prediction tracing**. St. Louis: CV Mosby Company, 1985.

WORMS, F. W.; ISAACSON, R. J.; SPEIDEL, T. M. Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery. **The Angle Orthodontist**, v. 46, n. 1, p. 1–25, 1976.

WRZOSEK, M. K. *et al.* Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 45, n. 9, p. 1065–1069, 2016.

ZANCANELLA, E. *et al.* **Apneia Obstrutiva do Sono e Ronco Primário: Tratamento.**

Disponível em: <http://www.projetodiretrizes.org.br/diretrizes12/apneia_obstrutiva_do_sono_e_ronco_primario_tratamento.pdf>. Acesso em: 8 out. 2016.

APÊNDICE A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do projeto a partir do qual a amostra foi gerada



Universidade Federal do Rio Grande do



Faculdade de Odontologia

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

RESOLUÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa e a Comissão de Pesquisas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul analisaram o Projeto:

Número: 309/08

Título: ESTUDO COMPARATIVO DA PANORAMETRIA DE PURICELLI NA RADIOGRAFIA PANORÂMICA CONVENCIONAL E TOMOGRÁFICA PANORÂMICA CONE BEAN NOS TRAÇADOS MANUAL E COMPUTADORIZADO.

Investigador(es) principal(ais): Professora Edela Puricelli e CD. Gustavo Lisboa Martins.

O Projeto foi aprovado na reunião do dia 13/01/2009, Ata nº 01/09 do Comitê de Ética em Pesquisa e da Comissão de Pesquisas, da UFRGS, por estar adequado ética e metodologicamente de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, 13 de janeiro de 2009.

Profª. Heloísa Emília Dias da Silveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisas

Profª. Deise Ponzoni
Coordenadora da Comissão de Pesquisas

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado por Martins, G.L. (2008)

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de um trabalho de pesquisa científica que visa uma nova alternativa para o diagnóstico e planejamento dos tratamento ortodônticos e cirúrgicos.

O trabalho consiste na realização de traçados (cálculos de medidas e ângulos) em radiografias panorâmicas convencionais e de imagens reconstruídas por computador da tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam) que já foram realizadas pelo(a) senhor(a).

Apenas os exames de imagem já realizados serão estudados, sem a necessidade que qualquer outra participação do(a) senhor(a) neste estudo.

Os dados pessoais dos pacientes serão absolutamente confidenciais, sendo que em nenhum momento os nomes dos pacientes serão escritos em apresentações ou publicações. Apenas as iniciais do nome e sobrenome e a idade e sexo dos pacientes será registrada, para efeitos de controle de arquivo. Fotografias para registro estarão limitadas apenas às radiografias ou imagens de arquivo dos pacientes, em nenhum momento sendo mostrada a face dos pacientes.

Estou consciente de que os exames serão utilizados e manuseados por outros pesquisadores deste trabalho.

_____	_____	__ / __ / __
Assinatura do paciente ou responsável	Nome	Data

_____	_____	__ / __ / __
Assinatura do pesquisador ou responsável	Nome	Data

Dr. Gustavo Lisboa Martins - Fone: 9115-7651