



Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Face2Ceph
- Reivindicação do empreendedorismo na área da saúde -

João Pedro Fiúza Rosa

Orientador: Professor Doutor Francisco do Vale
Coorientador: Professor Doutor Francisco Caramelo

Coimbra, Junho 2016

Dissertação de Mestrado Integrado à Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

A Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra descarta toda e qualquer responsabilidade relativo ao contexto e ao conteúdo da dissertação redigida (Regimento da faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, 1931, Art. 108, § único)

Face2Ceph **- Reivindicação do empreendedorismo na área da saúde -**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

João Pedro Fiúza Rosa¹

Orientador:

Professor Doutor Francisco José Fernandes do Vale²

Coorientador:

Professor Doutor Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo³

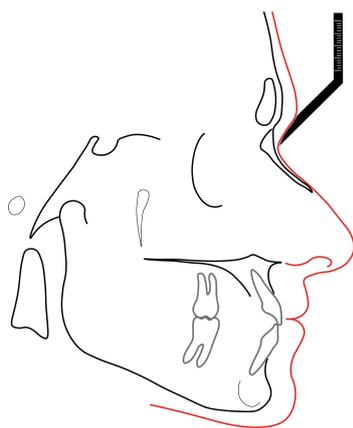
¹ Aluno do 5º Ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

² Professor e Coordenador da Pós-Graduação em Ortodontia, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

³ Professor, Laboratório de Bioestatística e de Informática Médica, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Morada - Av. Bissaya Barreto, Bloco de Celas, 3000-075 Coimbra - Portugal

Telef. 239484183 / Fax 239402910 E-mail: dmd@fmed.uc.pt



“Your time is limited, so don’t waste it living someone else’s life. Don’t be trapped by dogma – which is living with the results of other people’s thinking. Don’t let the noise of other’s opinions drown out your own inner voice. And most important, have the courage to follow your heart and intuition. They somehow already know what you truly want to become. Everything else is secondary.”

Steve Jobs

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Francisco do Vale, meu Orientador, pelo apoio, disponibilidade, motivação e amizade prestados até ao último momento. Foi uma honra trabalhar consigo. Levarei comigo a sua admirável visão académica para que as fronteiras de “hoje” sejam os trunfos de “amanhã”.

Ao Professor Doutor Francisco Caramelo, meu Coorientador, por todo o tempo, disponibilidade e motivação prestados.

Ao Filipe Silva, meu colega e amigo, por todo o tempo, trabalho, empenho, cooperação e noites académicas passadas.

Ao Engenheiro João Simões, por todas as reuniões, motivação, amizade e ajuda prestados. É para mim, uma colossal referência na área do empreendedorismo. Sem a sua ajuda o que inicialmente era considerada uma simples ideia, não teria engrenagens para se constituir um verdadeiro projeto.

Ao José Pedro Oliveira, por todo o trabalho, tempo e colaboração na programação do software.

À Família Académica “Corleone” por toda a inspiração e paixão incondicional.

À Família Académica “Boi-Marinho” por todo o apoio e todas as vivências que fizeram de mim o que sou hoje.

Ao Fábio Fiúza Rosa, meu irmão, por todo o trabalho intenso, entreaajuda, motivação e paixão que me transmitiu nos últimos 21 anos.

A todos os meus Colegas, Professores e Funcionários da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, pelos 5 anos de inspiração pessoal e profissional.

Aos meus pais, tios e avós, por todos os princípios que me inculcaram, pelo apoio incondicional e orgulho expressado durante todo o meu percurso académico.

Obrigado

Índice

Agradecimentos	7
Resumo	11
Metodologia.....	12
Introdução	14
Revisão da literatura.....	16
Análises cefalométricas.....	16
Cefalometria digital	27
Face2Ceph - Mobile Cephalometrics.....	31
Ideias, problemas e soluções	31
Público-Alvo	32
Pesquisa de Mercado.....	33
Avaliação de viabilidade económica	35
Vantagens competitivas	36
Conclusão	37
Bibliografia.....	39
Anexos / Glossário	45

Resumo

Introdução: A descoberta dos Raio-X por Wilhelm Roentgen (1895) e o desenvolvimento do cefalostato por B. Broadbent (1931) confluíram no estudo comparativo craniofacial humano, que foi iniciado em 1938 por Brodie. Os anos 50 foram determinantes para o desenvolvimento da cefalometria como ciência. Vários autores publicaram análises cefalométricas consequentes da sua experiência e atividade clínica, identificando pontos, traçados e variáveis cefalométricas de maior importância clínica, entre estes: Tweed (1946), Steiner (1953), Downs (1956), Ricketts (1957), Wits (1975) e McNamara (1984) e Arnett e Bergman (1993). A evidência científica existente não permite uma escolha clara de um dos métodos em detrimento dos outros. Com o objetivo de otimizar o método, e utilizando várias características de outros métodos, foi definida uma análise na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, a análise de Coimbra. Posteriormente, o desenvolvimento tecnológico tornou a cefalometria digital possível e de elevado potencial, tanto pela rapidez intrínseca no processamento de dados como pela simplificação de todo o processo. Paralelamente, o telemóvel tem sido cada vez mais utilizado como um meio para suprir as necessidades de comunicação, lazer e trabalho do utilizador o que, associado às capacidades de processamento do mesmo, torna o diagnóstico cefalométrico nestes dispositivos numa possibilidade real.

Objetivos: Desenvolver uma ferramenta de cefalometria para dispositivos de comunicação móvel, denominada Face2Ceph, conjugando uma componente científica e uma componente de desenvolvimento empresarial.

Material e métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, segmentada em 3 pontos: análises cefalométricas mais utilizadas; evolução de uma cefalometria manual para uma cefalometria digital; e cefalometria automatizada. Definiu-se uma proposta de negócio baseada em 5 elementos: [1] Ideias, problemas e soluções; [2] População-alvo; [3] Pesquisa de Mercado, [4] Avaliação económica e [5] Vantagens competitivas:

Resultados: Pretende-se produzir um programa de cefalometria móvel simples, rápido e intuitivo (Face2Ceph)[1] para um público-alvo de 33.898 Ortodontistas especialistas [2]. Este é um segmento de mercado recente cuja única competição consiste num programa muito limitado [3]. Aparenta existir viabilidade financeira[4]. A marcação auxiliada dos pontos, apresentação de resultados em duas camadas, apresentação da previsão do aspeto pós-tratamento ortodôntico, ficha clínica completa por doente, utilização de um servidor para não sobrecarregar o sistema são alguns dos trunfos deste produto [5].

Conclusão: São necessários muitos passos para tornar algo com potencial numa realidade clínica o que obriga o clínico a entrar numa área empresarial e a viver com as incógnitas subjacentes. Dada a potencialidade inferida no plano de negócios apresentado, o Face2Ceph estará, de forma expectável, brevemente disponível.

Palavras-Chave: Cefalometria Digital; Empreendedorismo; Análise Cefalométrica; Cefalometria automatizada; Análise de Mercado.

Metodologia

O objetivo desta investigação é de produzir uma ferramenta de cefalometria digital móvel (Face2Ceph) implicando uma componente científica e uma componente de empreendedorismo. Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, segmentada em 3 pontos: análises cefalométricas mais utilizadas; evolução de uma cefalometria manual para uma cefalometria digital; e cefalometria automatizada. Numa segunda fase, foi definido o plano inicial do projeto com auxílio de uma empresa de consultadoria externa (CBRAIN - Coimbra Advanced Innovation Unip. Lda). Por último, numa terceira fase foi produzido um plano de negócios baseado em 5 pontos base: [1] Ideias, problemas e soluções; [2] População-alvo; [3] Pesquisa de Mercado; [4] Avaliação económica; [5] Vantagens competitivas.

A componente científica compreendeu a seguinte metodologia de pesquisa:

1. Pesquisa na base de dados da revista "The Angle Orthodontist" em Agosto de 2015, com o objetivo de obter os artigos originais das análises cefalométricas de Tweed, Steiner, Downs, Ricketts, Wits, McNamara, Arnett e Bergman e de Coimbra (2-5, 9-18).
 - a. Pesquisa cruzada: artigo original referente ao XIII Congresso Geral da Sociedade de Antropologia Alemã (6);
 - b. Pesquisa cruzada: artigo original de Broadbent relativo ao cefalostato (19);
 - c. Pesquisa cruzada: artigo que refere o potencial benefício da previsão do aspeto pós-tratamento ortodôntico na fotografia do paciente (20).
2. Pesquisa na base de dados PubMed Medline em Agosto de 2015 com as palavras-chave "Natural Head Position" e limite temporal de 2011 a 2016. Foi escolhido o artigo de revisão bibliográfica mais recente que se restringia à definição e explicação da posição natural da cabeça (8).
3. Consulta da Tese de Mestrado do Professor Doutor Francisco do Vale (7).
 - a. Pesquisa cruzada: artigo referente ao Plano de Camper (1);
4. Consulta de 4 livros com acesso online livre (4, 21-23).
 - a. Pesquisa cruzada: 2 artigos que se referiam à cefalometria digital (24, 25);
 - b. Pesquisa cruzada: 5 artigos que se referiam à perspetiva histórica da evolução da cefalometria digital e de alguns dos programas já publicados (26-31);
 - c. Pesquisa cruzada: 1 artigo que se comparava a duração de uma análise cefalométrica manual e digital (32);
 - d. Pesquisa cruzada: 1 artigo que se referia à previsão do aspeto do pacientes após o tratamento ortodôntico (20);

5. Pesquisa na base de dados da revista "The Angle Orthodontist" em Dezembro de 2015 com as palavras-chave "Munich Analysis" da qual um só artigo foi utilizado visto ser o único que explicava a análise cefalométrica de Munich (33).
 - a. Pesquisa cruzada: artigo original no qual a análise cefalométrica de Munich foi descrita (34).
6. Pesquisa nas base de dados PubMed Medline e ScienceDirect com as palavras chave "Automatic landmarking" e "Cephalometry" em Dezembro de 2015. 7 artigos foram encontrados, 5 na base de dados PubMed Medline e 2 na base de dados Science Direct, todos referentes à determinação de algoritmos para detecção automática dos pontos cefalométricos (35-41).
 - a. Pesquisa cruzada: 2 artigos referentes aos intervalos de erro aceitáveis na determinação automática dos pontos cefalométricos (42, 43);
 - b. Pesquisa cruzada: 8 artigos referentes a métodos de processamento de imagem para a detecção automatizada de pontos (44-52)
7. Consulta da comunicação oral na qual foi explicada a análise cefalométrica de Coimbra(18).

A componente de desenvolvimento empresarial compreendeu a seguinte metodologia de pesquisa:

1. Pesquisa nas bases de dados respetivas aos Colégios de especialidade de Ortodontia da Europa, Estados Unidos da América, Brasil, Canadá e Austrália em Dezembro de 2015, com o objetivo de definir a população-alvo (53-57);
2. Consulta de um estudo de investigação populacional respetivo à prática clínica diária do ortodontista especialista nos Estados Unidos da América(58);
3. Consulta de um livro no âmbito do Empreendedorismo (59);
4. Pesquisa na base de dados "TeleGeography's GlobalComms" em Fevereiro de 2016 para definir a utilização de telemóveis até 2020 (60);
 - a. Pesquisa cruzada: consulta de um artigo da PEW Research Center respetivo à tendência de utilização do telemóvel (61) e de um artigo da Cisco relativo ao tráfego de redes móveis (62)
5. Consulta de um artigo explicativo da estratégia empresarial Blue Ocean (63);

Introdução

O estudo anatômico craniofacial, iniciou-se entre 460 e 375 anos A.C. com o pioneiro da antropologia física Hipócrates que já havia descrito variações na forma do crânio humano (7). Leonardo da Vinci (1452-1519) iniciou, quase dois mil anos mais tarde, os primeiros estudos métricos da cabeça, tendo sido estabelecidas as primeiras proporções entre linhas verticais, horizontais e segmentos(7).

Petrus Camper (1722-1789) foi o primeiro autor a quantificar a relação entre a face e o crânio. Definiu o “ângulo facial” e o “plano de Camper” (7). O plano de Camper ainda hoje é utilizado, maioritariamente na reabilitação protética(1). Este encontra-se representado na Figura 1. Posteriormente, em 1882, no XIII Congresso Geral da Sociedade de Antropologia Alemã, definiu-se o Plano de Frankfurt, representado na Figura 1 (6).

A descoberta dos Raio-X por Wilhelm Roentgen, em 1895, e o desenvolvimento do cefalostato por Broadbent, em 1931, confluíram no estudo comparativo craniofacial humano, o qual foi iniciado por Brodie em 1938 (7, 19). O cefalostato permite o posicionamento da cabeça segundo o plano horizontal de Frankfurt, conseguido através de duas olivas auriculares e um apoio da região nasal. Broadbent definiu que a distância entre o foco e o objeto devia ser fixa e respetivamente de 5 pés (1,52m) e que a incidência dos raios-X deveria ser perpendicular ao plano sagital mediano do paciente, passando pela porção superior das olivas auriculares do cefalostato.

O plano de Frankfurt foi amplamente utilizado na antropometria e cefalometria (6, 8). Verifica-se que o ponto Po é de muito fácil localização em crânios secos, no entanto Steiner advogou alguma dificuldade em identificá-lo na radiografia pela sobreposição com o rochedo temporal, tecidos moles subjacentes e complexidade anatômica local (2, 21). Assim definiu o plano SN, representado na Figura 1. A sua determinação é facilmente reproduzível visto ambos os pontos S e N serem de fácil identificação (2, 21). Posteriormente foi definida a posição natural da cabeça (NHP), representada na Figura 1, que corresponde à posição craniofacial considerada mais fiável e reproduzível. Esta apresenta um variabilidade média de 2mm, vastamente inferior aos 3-4mm encontrados nas restantes linhas de referência (8, 16).

A cefalometria digital só foi possível com o desenvolvimento do computador na 2ª Guerra Mundial pelos EUA (1939-1945). Com esta ferramenta tornou-se possível a visualização da radiografia enquanto o doente ainda se encontra na cadeira e no cefalostato, a redução de associações erróneas entre radiografias e pacientes, eliminação de erros de impressão, a correção imediata do contraste e da luminosidade, a calibração de radiografias, a sobreposição da radiografia com a imagem/fotografia e melhor definição que as radiografias convencionais. Assim a cefalometria digital passa a ter grande potencial pelas vantagens na utilização de radiografia digital, e por ser um método mais rápido e mais simples que o método manual (24, 25).

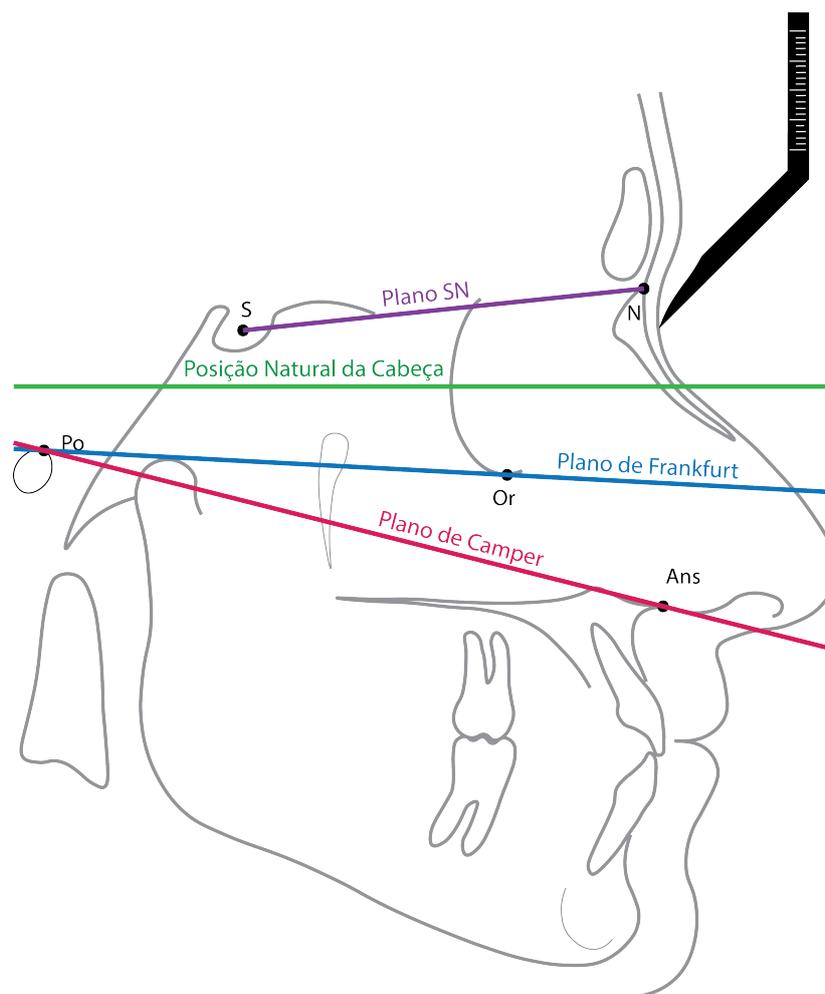


Figura 1 - Planos de referência e orientação da cabeça. O Plano de Camper passa no extremo da espinha nasal anterior e pela porção superior do póron (1). A linha SN corresponde à união entre os pontos Sela (centro da sela túrcica) e Nasion (ponto que representa a sutura entre os ossos próprios do nariz e o osso frontal). (2-4). O Plano de Frankfurt consiste na linha que une os pontos Póron e Orbital inferior (6). A posição natural da cabeça (PNC) é a posição standardizada e reproduzível mais fiável de orientação da cabeça, que implica que o doente esteja ereto com os olhos focados num ponto à distância colocado à altura dos olhos segundo o eixo horizontal. (8)

Revisão da literatura

Análises cefalométricas

Os anos 50 foram determinantes para o desenvolvimento da cefalometria como ciência visto vários autores terem publicado análises cefalométricas resultantes da sua experiência e investigação clínica identificando pontos, traçados e variáveis cefalométricas de maior importância clínica, entre estes: Tweed (1946) (4, 11), Steiner (1953) (2-4), Downs (1956) (9, 10), Ricketts (1957) (5, 12, 13), Wits (1975) (15) e McNamara (1984) (4, 14) e Arnett e Bergman (1993) (16, 17).

Análise de Tweed

Tweed (1946) estabeleceu um triângulo de diagnóstico facial definido pelo plano de Frankfurt (PoO), plano mandibular (GoMe) e eixo do incisivo inferior, formando 3 ângulos: FMA (Frankfurt-mandibular-angle), FMIA (Frankfurt-mandibular incisor angle) e IMPA (Incisor-mandibular-angle), representados na figura 2. O FMA define a direção do crescimento mandibular sendo o elemento fulcral e primário da análise visto permitir definir os valores ideais de FMIA ou IMPA para cada caso. O FMIA define a inclinação do incisivo inferior. O IMPA define a posição do incisivo inferior em relação à sua base apical. Tweed utilizou o plano de Frankfurt como linha de referência facial e privilegiou a posição da mandíbula e do incisivo inferior na determinação de discrepâncias dento-esqueléticas. Logo apresentou uma fórmula para calcular a discrepância cefalométrica que posteriormente foi simplificada numa fórmula simplificada para tornar todo o procedimento mais rápido e simples (4).

Sabe-se que a harmonia facial deve ter em conta todas as bases esqueléticas, ou seja, o facto da análise não incluir a posição e orientação espacial do maxilar superior consiste numa limitação clara da análise, impossibilitando um diagnóstico completo. (4, 11).

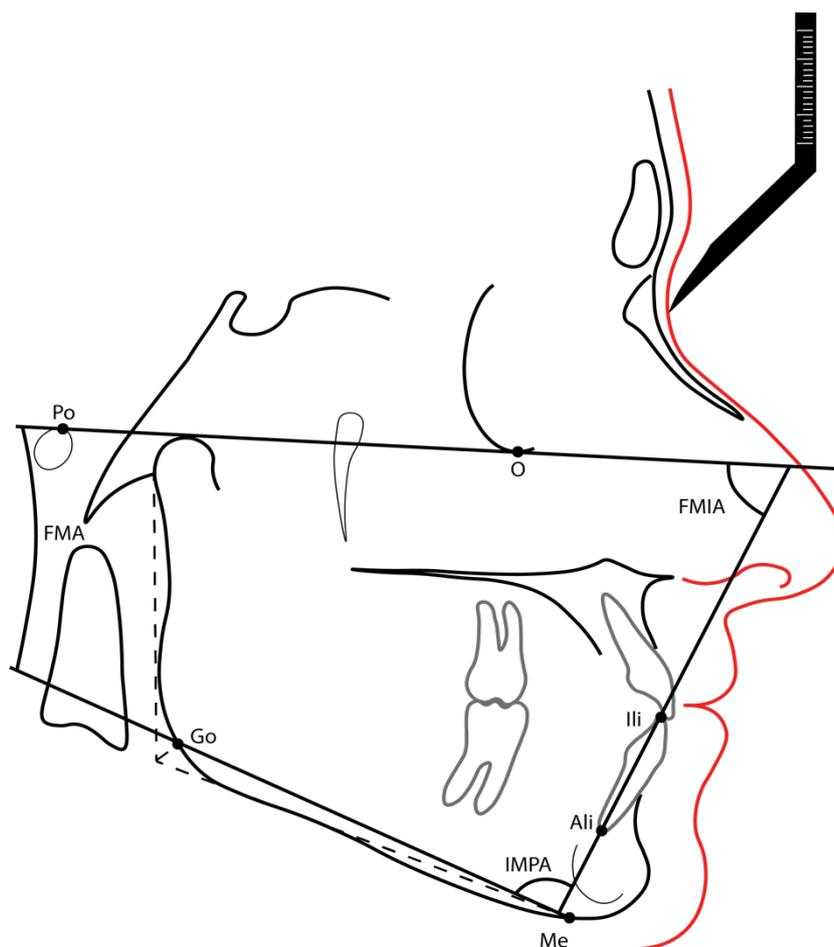


Figura 2 - Planos e ângulos cefalométricos utilizados na análise de Tweed. Totalizam-se 3 planos: plano de Frankfurt (PoO), plano mandibular (GoMe) e eixo do incisivo inferior; e 3 ângulos: FMA (Frankfurt-mandibular-angle), FMIA (Frankfurt-mandibular incisor angle) e IMPA (Incisor-mandibular-angle).

Análise de Steiner

Steiner (1953), na sua análise inicial, utilizou 7 pontos esqueléticos e 6 pontos dentários, representados na figura 3. O autor advogou alguma dificuldade ao traçar o plano de Frankfurt e considerou a linha SN mais precisa e previsível. Na verdade, tanto o ponto N como o ponto S são de fácil identificação e marcação, o que vai de encontro com a opinião do autor. Esta análise foi definida tendo em conta que poderá não ser possível alcançar proporções ideais e que em discrepâncias grandes poderá revelar-se não eficaz para a planificação do tratamento ortodôntico, tornando-se necessário proceder à camuflagem ortodôntica. Steiner centrou-se maioritariamente nas relações esqueléticas da maxila e da mandíbula em relação à base do crânio, mas as dismorfoses dento-esqueléticas não deverão ser consideradas tão lineares. Assim o ângulo ANB pode implicar associações erróneas na presença de rotações e de alterações anteroposteriores maxilares em relação ao Nasion, mesmo que tenham uma boa relação entre si (21). Nestas situações torna-se necessário complementar a análise de Steiner com a variável de Wits(15). É compreensível que

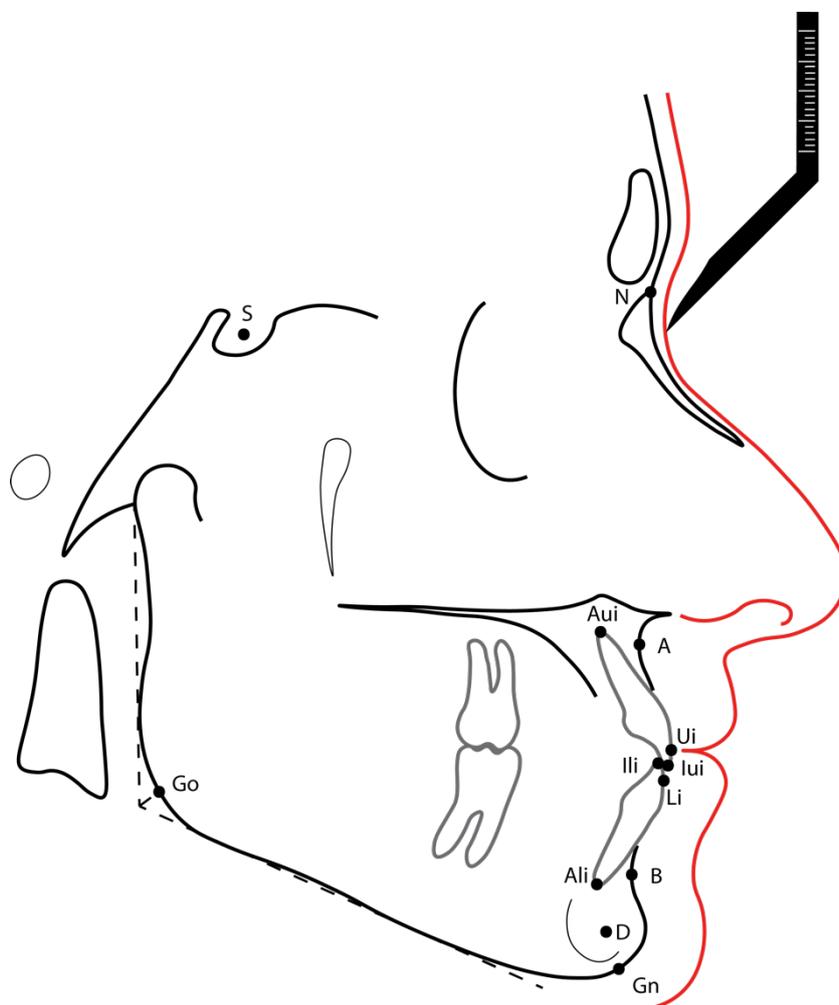


Figura 3 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de Steiner. Totalizam-se 7 pontos esqueléticos: Sella (S), Nasion (N), A de Downs (A), B de Downs (B), Ponto D (D), Gnathion (Gn) e Gonion (Go); e 6 pontos dentários: Incisivo superior apical (Aui), Incisivo superior incisal (lui), ponto mais vestibular do incisivo superior (Uj) Incisivo inferior apical (Ali), Incisivo inferior incisal (Ili), ponto mais vestibular do incisivo inferior (Li).

Steiner tenha defendido compensações dentárias em situações com discrepâncias esqueléticas maiores visto ter publicado a sua análise em 1953, altura na qual a cirurgia ortognática estaria no início da sua constituição como ciência. (2-4)

Análise de Downs

Downs (1956) utilizou 10 pontos esqueléticos e 4 pontos dentários, representados na figura 4. Implica uma análise esquelética e uma análise dentária. Para este autor o plano de referência mais adequado para a determinação do tipo facial era o plano de Frankfurt, o que pode ser censurável pela difícil identificação do Póron. Definiu 4 tipos faciais: retrognata (queixo retruído), ortognata (perfil reto com queixo numa posição normal), prógnata (queixo proeminente) e verdadeiro prognatismo (queixo proeminente com mandíbula larga). Esta classificação parece ser simplista e redutora às alterações mandibulares. Não se deve considerar que a mandíbula seja dogmaticamente a origem dos

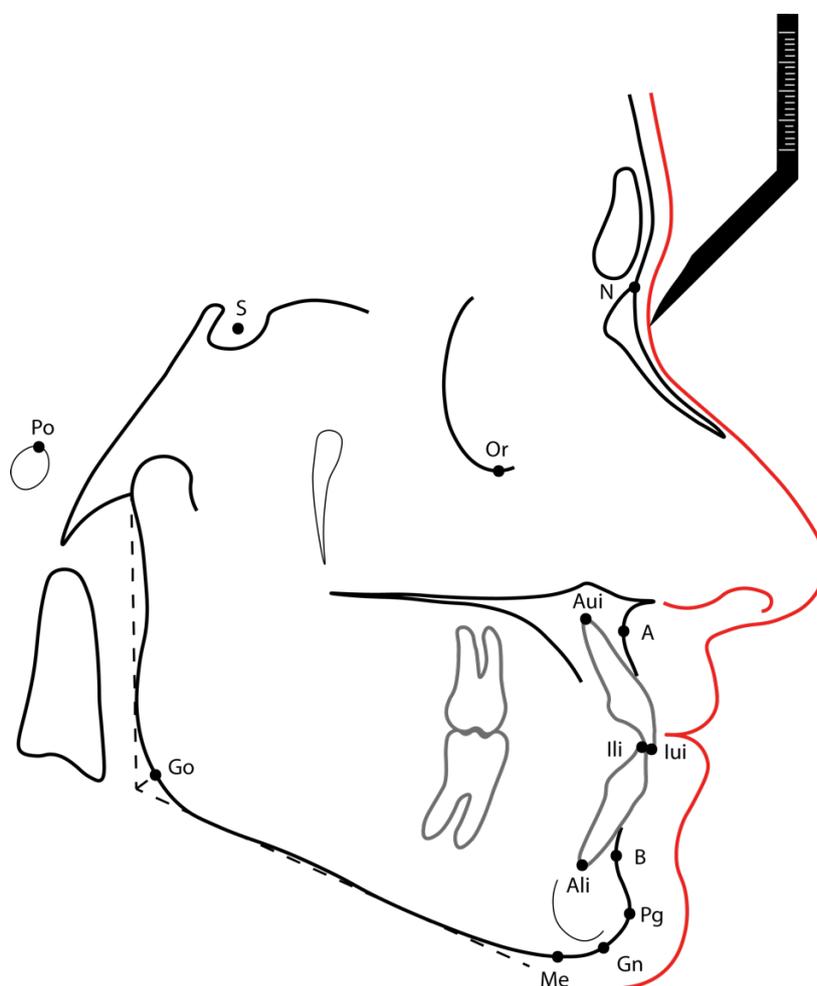


Figura 4 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de Downs. Totalizam-se 10 pontos esqueléticos: Póron (Po), Orbital (Or), Nasion (N), A de Down(A), B de Down(B), Pogonion (Pg), Gnathion (Gn), Gonion (Go), Menton (Me) e Sella (S); e 4 pontos dentários: Incisivo superior apical (Aui), Incisivo superior incisal (Iui), Incisivo inferior apical (Ali) e Incisivo inferior incisal (Ili).

problemas dento-esqueléticos faciais, uma vez que estes também dependem de outros factores como a posição maxilar e posição da base do crânio. A análise de Downs servia apenas como uma ferramenta de diagnóstico cefalométrico permitindo exclusivamente a determinação das relações dento-esqueléticas. Downs foi o pioneiro da definição das 3 fases de tratamentos ortodôntico: [1] interseção da má-oclusão; [2] controlo do desenvolvimento da dentição; e [3] correção de má-oclusão já estabelecida (9, 10).

Análise de Ricketts

Ricketts (1957), na sua análise original, utilizou 18 pontos esqueléticos, 6 pontos dentários e 4 pontos cutâneos, representados na figura 5. O autor deu grande importância aos padrões de

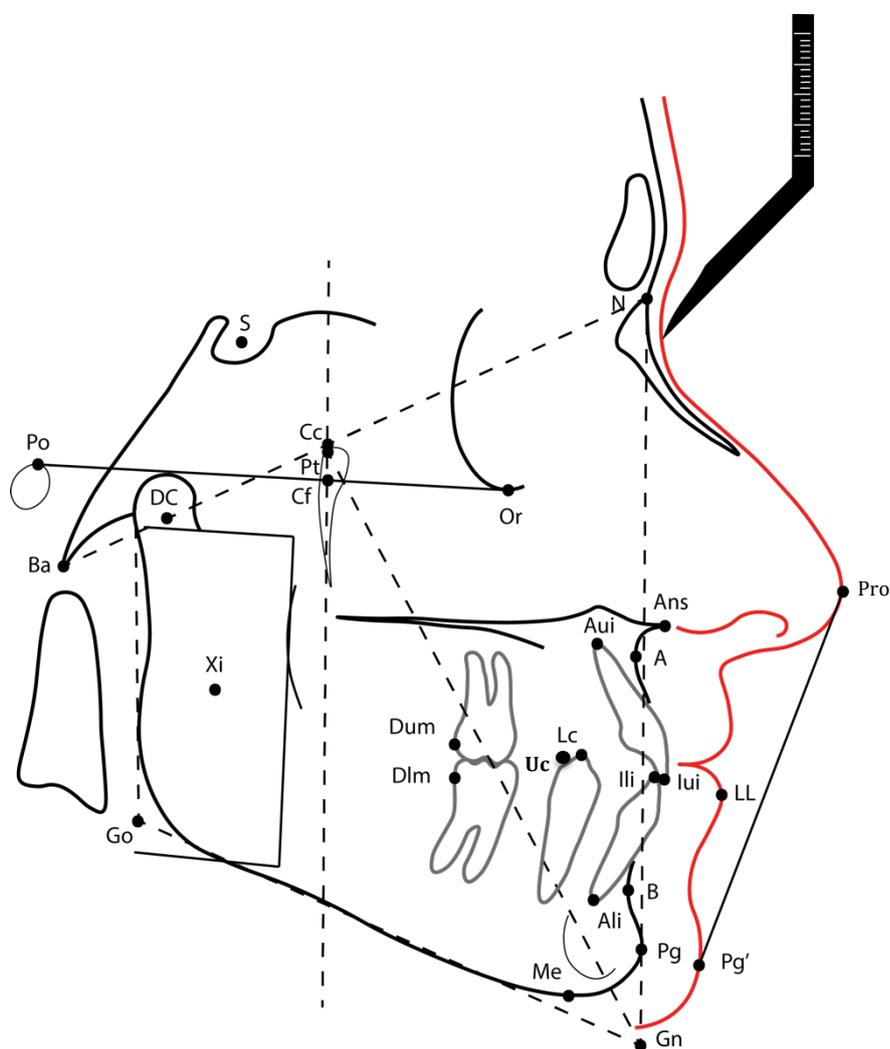


Figura 5 - Pontos cefalométricos utilizados na análise resumida de Ricketts. Totalizam-se 18 pontos esqueléticos: Póron (Po), Orbital (Or), Nasion (N), A-Downs (A), B-Downs (B), Pogonion (Pg), ponto Pm, ponto Cc, ponto Cf, Gnation (Gn), Gonion (Go), Menton (Me), Sella (S), Espinha nasal anterior (ANS), Centro do côndilo (DC) e o centro geométrico da mandíbula (Xi); 6 pontos dentários: Incisivo superior incisal (Iui), Incisivo inferior incisal (Ili), ponto mais distal do 1º molar superior (Dum), ponto mais distal do 1º molar inferior (DIm), cúspide do canino superior (Uc) e cúspide do canino inferior(Lc); e 4 pontos cutâneos: pogonion cutâneo (Pg'), Pronasale (Pro), lábio inferior (LI) e Stomion (St)

crescimento facial e defendeu a integração do crescimento facial no plano de tratamento. Referiu que a análise cefalométrica deveria ser objetiva ao incluir os 4 “C”s da cefalometria: [1] caracterização ou descrição da condição existente; [2] comparação dos valores individuais com valores médios ou com valores do mesmo indivíduo em outra fase de crescimento/tratamento; [3] classificação categórica das descrições; e [4] comunicação destes aspetos entre clínicos, investigadores e mesmo com o paciente. Ricketts definiu 32 variáveis que permitiam a definição do tipo facial, do padrão de crescimento facial e das relações dento-maxilo-faciais, sendo que para sistematização usualmente não são utilizadas todas as variáveis. Após a descrição da análise afirmou que os valores apresentados não deviam ser tidos como leis universais e que “os guias de tratamento finais devem ser a perspicácia e o bom senso”. Ricketts foi o primeiro autor a procurar definir graficamente o objetivo do tratamento através do “Objeto Visual de Tratamento” (VTO). Este foi o primeiro passo para o desenvolvimento do conceito de previsão no tratamento ortodôntico, elemento importante na comunicação médico-doente e no planeamento terapêutico. (5, 12, 22).

Através do estudo do crescimento esquelético facial, o autor concluiu que:

- por cada ano de crescimento, a distância S-N aumentava em média 1mm;
- é expectável que a distância S-Ba seja 2/3 da distância S-N;
- o crescimento é maior em ângulos Ba-S-N obtusos.

Em relação à previsão do crescimento mandibular, identificou 10 características mandibulares que permitem a previsão aproximada do crescimento mandibular (Tabela 1). (5, 12, 22)

Análise de Wits

Wits (1975) definiu uma variável que se baseia na distância entre dois pontos, AO e BO, localizados no plano oclusal e importantes na determinação da relação antero-posterior entre a maxila e a mandíbula.

O ponto AO consiste na interseção entre a verdadeira vertical que passa no ponto A-Downs e o plano oclusal, e o ponto BO consiste na interseção entre a verdadeira vertical que passa em B-Downs e o plano oclusal, estes encontram-se representados na figura 6. Poderá não ser considerada uma análise no sentido clássico, uma vez que não permite um diagnóstico dento-esquelético completo, no entanto é importante em casos de rotação maxilar ou de discrepâncias antero-posteriores da base do crânio. Mesmo que os maxilares tenham uma boa relação entre si, uma base do crânio demasiado alongada ou curta pode conduzir a ANBs incoerentes com os achados clínicos(21). Uma rotação anti-horária traduz-se num ANB negativo enquanto que rotações no sentido horário conduzem a ANBs positivos. O plano de referência utilizado é o plano oclusal. Este é considerado inadequado para o estudo craniofacial no entanto é uma boa referência para relacionar a maxila e a mandíbula. (15)

Tabela 1 - Características mandibulares a ter em consideração na avaliação e previsão do crescimento mandibular, referidas por Ricketts. O autor definia o crescimento mandibular no referencial cartesiado bidimensional, assim "↑" significa tendência de crescimento para cima, "↓" significa tendência de crescimento para baixo e "→" significa tendência de crescimento para a frente (5).

Características mandibulares		Tendência de crescimento no ramo	Tendência de crescimento no queixo
1	Ângulo do plano Mandibular	Reduzido	→
		Aumentado	↓
2	Ângulo goníaco	Agudo	→
		Obtuso	↓
3	Comprimento do ramo	Longo	→
		Curto	↓
4	Grossura do côndilo	Largo	→
		Fino	↓
5	Comprimento da Sínfise	Longa	-
		Curta	↓
6	Inclinação do côndilo	Anterior	↓
		Posterior	-
7	Comprimento do corpo mandibular	Longo	-
		Curto	↓
8	Altura do Processo coronóide	Alto	↓
		Baixo	→
9	Plano oclusal	Paralelo	→
		Divergente	↓
10	Curvatura do bordo inferior da mandíbula	Normal	-
		Curvo	↑

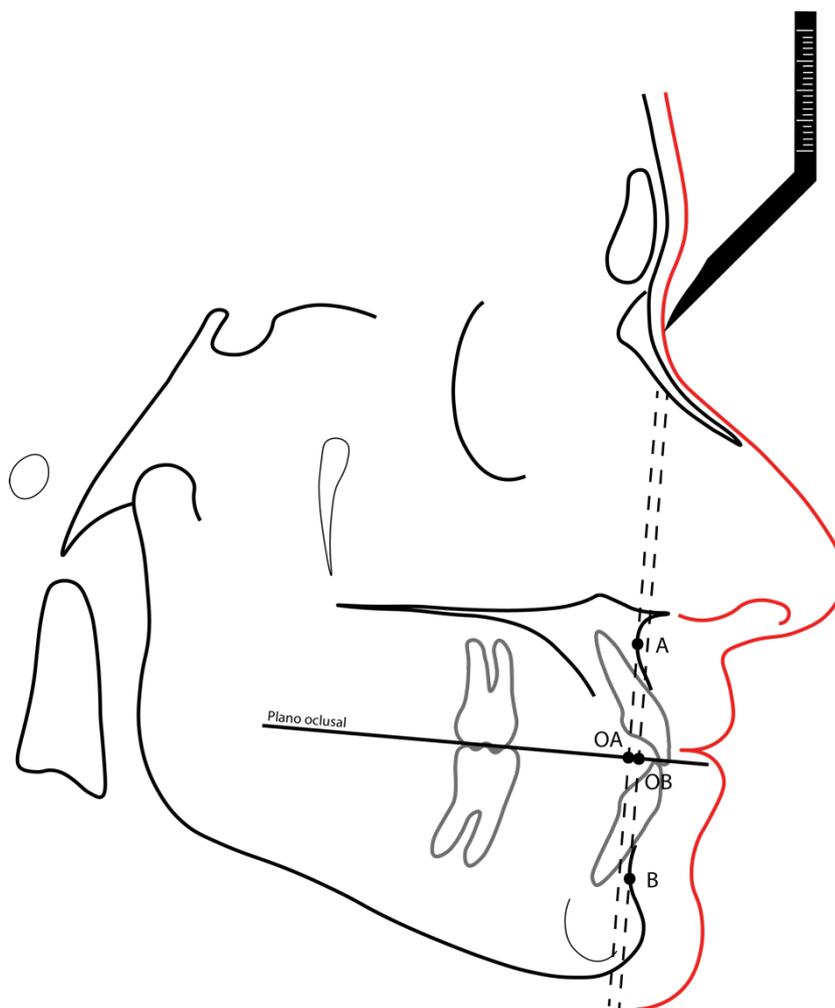


Figura 6 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de Wits. Totalizam-se 2 pontos, OA e OB.

Análise de McNamara

McNamara (1984) utilizou 12 pontos esqueléticos, 4 pontos dentários e 4 pontos cutâneos, representados na figura 7. O autor asseverou que as análises anteriores teriam sido definidas entre 1940 e a 1970, altura na qual grandes alterações nas relações craniofaciais eram consideradas clinicamente impossíveis. Nos anos 70, vários avanços na ortodontia e cirurgia ortognática permitiram a alteração da posição tridimensional de praticamente todas as estruturas ósseas faciais, assim nasceu a necessidade de um método de diagnóstico e planejamento terapêutico, baseado nas potencialidades da medicina moderna. A análise de McNamara relacionava dentes com dentes, dentes com maxilares, ambos os maxilares um com o outro e ambos os maxilares com os ossos da base do crânio. Utilizou o plano de Frankfurt como linha de referência para o estudo dento-facial estático e a linha BaN para o estudo crânio-facial dinâmico. Assim o autor definiu medidas majoritariamente lineares ao invés de angulares. A utilização do plano de Frankfurt como referência facial continua a ser mensurável pela dificuldade na marcação do ponto Po. A análise foi direcionada

para as técnicas modernas de cirurgia ortognática e de terapia ortopédica, o que permite uma análise e planeamento terapêutico mais adequado. O facto de depender primariamente de medidas angulares permite uma redução do número de vieses, visto medidas angulares não sofrerem alterações por ampliação da telerradiografia (4, 14, 22).

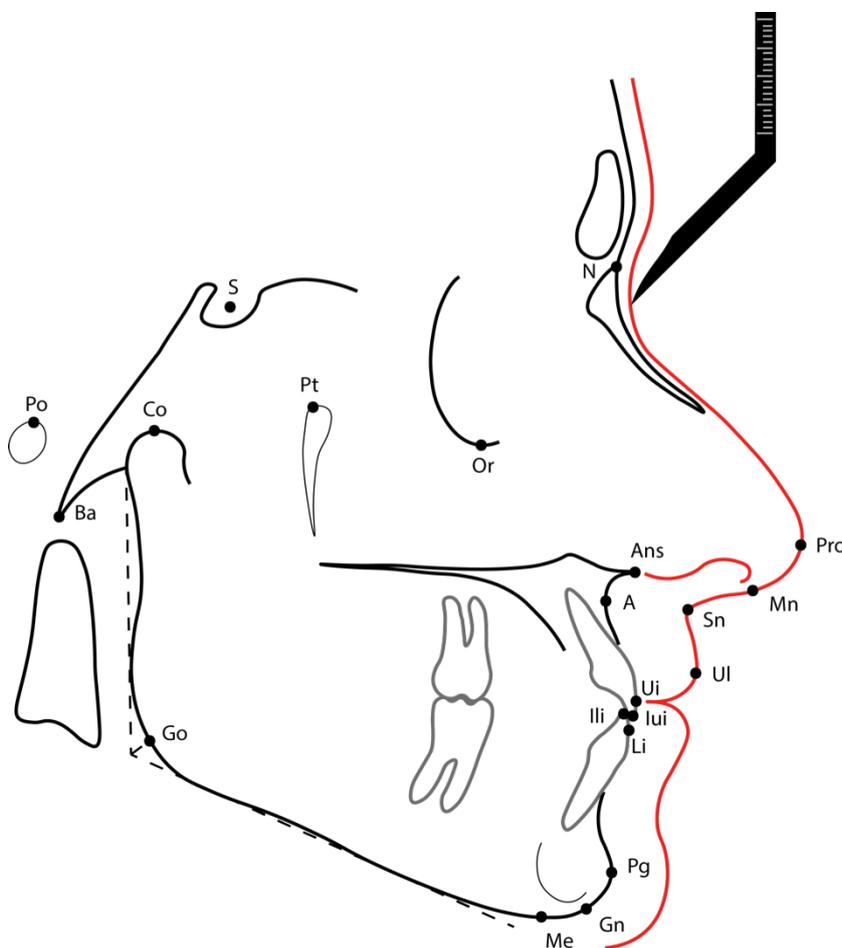


Figura 7 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de McNamara. Totalizam-se 12 pontos esqueléticos: Póron (Po), Orbital (Or), Nasion (N), A de Downs (A), Pogonion (Pg), Gnation (Gn), Gonion (Go), Menton (Me), Espinha nasal anterior (Ans), Cântilo (Co), Basion (Ba) e Pterigoide (Pt); (S); 4 pontos dentários: Incisivo superior incisal (lui), ponto mais vestibular do incisivo superior (Ui), Incisivo inferior incisal (Ili) e o ponto mais vestibular do incisivo inferior (Li); e 4 pontos cutâneos: Lábio superior (Ul), Pronasale (Pro), Subnasale (Sn), Nasal médio (Mn).

Análise de Arnett e Bergman

Arnett e Bergman (1993) definiram uma análise facial que objetivava a um planeamento cirúrgico mais previsível e com melhores resultados estéticos constituída por 19 variáveis faciais: 9 frontais e 10 de perfil. A análise de perfil implica 14 pontos e 3 traçados cutâneos, representados na figura 8. Os autores afirmaram que, para um estudo estético facial, a cabeça deveria ser posicionada na posição natural de cabeça que é a posição considerada mais adequada para o estudo craniofacial (8). A análise implica variáveis frontais e de perfil, permitindo um estudo estético facial nas três dimensões do espaço. Os autores afirmam que um diagnóstico baseado nas características faciais do

doente apresenta muitas vantagens visto a má-oclusão esquelética implicar desequilíbrios tegumentares que o doente espera serem corrigidos (17). Ao desenvolver a sua análise, Arnett e Bergman definiram “chaves” específicas com o objetivo de facilitar o diagnóstico e o planeamento terapêutico. Estas chaves foram definidas como:

1. Classe 1 facial e dentária:
 - a. Excesso vertical na maxila;
 - b. Deficiência vertical na maxila.
2. Classe 2 facial e dentária:
 - a. Protrusão maxilar;
 - b. Excesso vertical na maxila;
 - c. Retrusão mandibular.

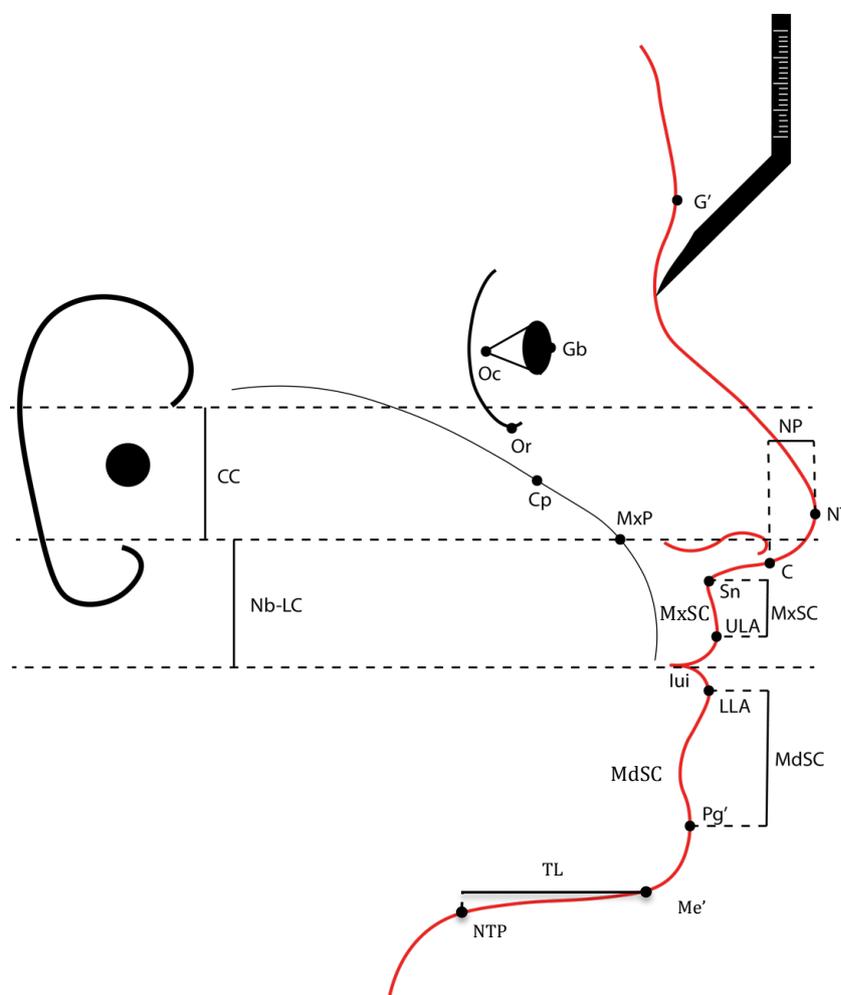


Figura 7 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de Arnett e Bergman (1993). Totalizam-se 16 pontos cutâneos: Glabella (G'), ponta do nariz (NT), columella (C), subnasale (Sn), anterior do lábio superior (ULA), anterior do lábio inferior (LLA), pogonion cutâneo (Pg'), menton cutâneo (Me'), transição pescoço-garganta (NTP), ponto anterior do globo ocular (Gb), borda orbital (Or), ponto distal do olho (Oc), ponto da bochecha (Cp), ponto maxilar (MxP), ponto mais posterior da concavidade anterior do lábio superior (MxSC) e o ponto mais posterior da concavidade anterior do queixo (MsSC).

3. Casse 3 facial e dentária:
 - a. Retrusão maxilar;
 - b. Deficiência vertical na maxila;
 - c. Protrusão mandibular. (16, 17)

Análise de Coimbra

A evidência científica existente não permite uma escolha clara de um dos métodos em detrimento dos outros. Com o objetivo de otimizar o método, e fazendo uso de várias características de outros métodos, foi definida uma análise na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, a análise de Coimbra, que se provou ser mais completa tanto para diagnóstico ortodôntico como para planeamento de potenciais cirurgias ortognática (18). A análise implica 12 pontos esqueléticos, 6 pontos dentários e 6 pontos cutâneos, representados na figura 9. Resultou da fusão de variáveis de

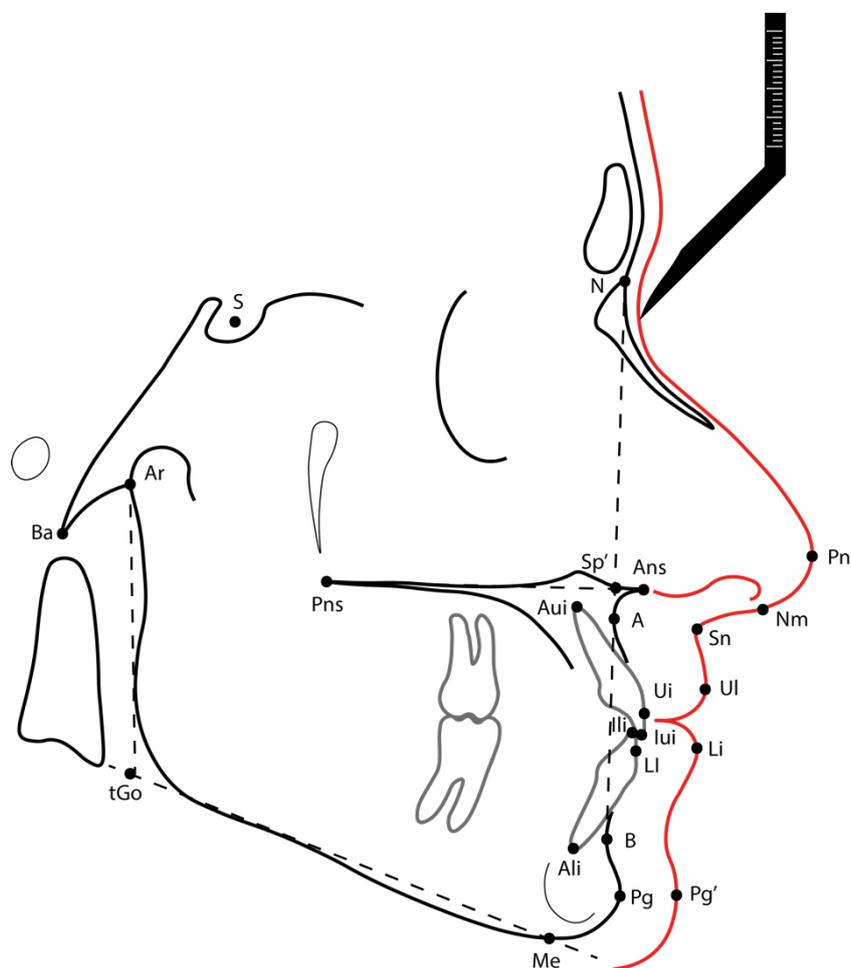


Figura 9 - Pontos cefalométricos utilizados na análise de Coimbra. Totalizam-se 12 pontos esqueléticos: Sella (s), Nasion (N), A de Downs (A), B de Downs (B), Pogonion (Pg), Basion (Ba), Espinha nasal anterior (Ans), t-Gonion (tGo), Menton (Me), Articular (Ar), e Espinhal' (Sp'); 6 pontos dentários: Incisivo superior incisal (Iui), Incisivo superior apical (Aui), ponto mais vestibular do incisivo superior (Ui), Incisivo inferior incisal (Ili), incisivo inferior apical (Ali) e o ponto mais vestibular do incisivo inferior (Li); e 6 pontos cutâneos: Lábio Superior (Ul), Lábio Inferior (Li), Sub-nasale (Sn), Nasal médio (Mn), Pogonion cutâneo (Pg') e Pronalase (Pro).

análises já publicadas tendo como base o aperfeiçoamento do diagnóstico ortodôntico e do planeamento do tratamento ortodôntico e ortodôntico-cirúrgico. Utiliza a posição natural da cabeça como referência para orientação facial externa (8) e o linha SN como linha de referência para estruturas internas. Integra alguns pontos/planos que diferem da literatura já referida, nomeadamente o ponto t-Gónion (tGo) (33, 34), o ponto Espinhal (Sp'), o plano NL (Ans-Pns), o plano ML (Me-tGo) e o plano NSL (SN).

Cefalometria digital

A cefalometria digital destaca-se da cefalometria manual desde logo pelos instrumentos empregues e também pelo facto de alcançar os mesmos resultados de uma forma muito mais rápida, simples e intuitiva. A radiografia digital apresenta algumas vantagens em relação à convencional nomeadamente: a aquisição instantânea da radiografia, a redução da dose de radiação e a alteração, armazenamento e partilha da imagem (24).

Barrett, Brown e Mc Nulty, em 1968, deram início à era da cefalometria digital com o primeiro elemento desenvolvido para medições dentárias e craniofaciais afirmando que a capacidade de processamento de um computador associada à sua capacidade de armazenamento de dados seria uma mais-valia na análise cefalométrica clínica (31). Este fora o primeiro passo para o desenvolvimento de softwares específicos para a análise cefalométrica. Assim consideram-se 3 épocas distintas na cefalometria digital: época das películas radiográficas, época das radiografias digitais e época da cefalometria totalmente automatizada(30).

A primeira época define-se pela utilização de películas radiográficas e de um sistema computadorizado que se baseia numa rede de coordenadas cartesianas. O decalque e a marcação dos pontos é realizada à semelhança da cefalometria manual, no entanto os cálculos são realizados pelo processador do computador. Após o desenvolvimento do sistema de medições das coordenadas por Barret, Brown e Mc Nulty, a cefalometria digital deu os primeiros passos em 1973 com a produção do programa RMDS (Rocky Mountain Data Systems®), proposto por Ricketts (30). Posteriormente vários programas foram desenvolvidos: “Cephalometric Records Analysis Program®”, divulgado por Chebib, Cleall e Carpenter da Universidade de Illinois em 1976 (30); o sistema de análise computadorizada de Bergin, Hallenberg e Malmgren, divulgado em 1978 (30); o sistema de análise computadorizada de Houston, divulgado em 1979 (30); “The University of California at San Francisco Combined Head Fil Analysis”, divulgado por Baumrimd e Miller em 1980; o “Cm-1®”, divulgado por Bondevik, Resler e Slagsvold em 1981; e o “Ucsd Pascal®”, divulgado por Konckak e Keehler em 1985 (30).

A segunda época define-se pela realização do decalque e marcação dos pontos diretamente no computador. Foi discutida pela primeira vez tanto a captura, processamento e armazenamento de imagens radiográficas digitais como a sua utilização na cefalometria em 1985, por Dickson e Birnie. Assim, em 1989, apareceu o programa “Quick Ceph®”, desenvolvido por meio do trabalho de Hing(30). Posteriormente vários programas foram desenvolvidos: “Dentofacial Planner®”,

desenvolvido por Walker em 1990 (30); “Cardiff Cephalometrics®”, desenvolvido por Oliver em 1991 (30); “ViewBox®”, desenvolvido por Halazonetis em colaboração com a Microsoft Corporation em 1994 (30); e o software de análise de Petrovic/Lavergne, desenvolvido por Toigo, Moro e Vigorito, em 1996 (30). Posteriormente outros softwares mais avançados foram publicados, nomeadamente: “Ceph-X®(30)”, “Nemoceph®” (26), “Dolphin® (27), Facad®(28) e RadioCef Studio 2® (29). Com a evolução dos dispositivos móveis apareceram o ”SmileCeph®” para iPad (26) e o “NinjaCeph” para iOS/Android.

A terceira época corresponde à cefalometria totalmente automatizada e implica a detecção automatizada dos pontos cefalométricos. Verificam-se 4 metodologias diferentes para detecção automática de pontos cefalométricos: [1] Filtros de imagem com identificação de estruturas “knowledge-based”; [2] Abordagem baseada em modelos; [3] Abordagem de “computação leve”; [4] Abordagens Híbridas: (35).

[1] Filtros de imagem e identificação de estruturas “knowledge-based”:

Parthasarathy et al, (1989) (41) apresentaram o primeiro algoritmo capaz de detectar automaticamente pontos cefalométricos. Este utilizou 2 abordagens: “resolution pyramid” e “knowledge-based Artificial Networks”. Detetou 9 estruturas cefalométricas numa amostra de 5 radiografias, com erros inferiores a 2mm em 58% dos pontos, inferiores a 1mm em 18% dos pontos e um erro médio de 2,06mm.

Tong et al, (1990) (40) utilizou 3 abordagens: “resolution pyramid”, “edge enhancement” e “knowledge-based Artificial Networks”, para identificar 17 estruturas cefalométricas numa amostra de 5 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 76% das estruturas, totalizando um erro médio de 1,33mm.

Forsyth et al, (1996) (52) utilizou 3 abordagens: “grey level value difference”, “edge enhancement” e “knowledge-based Artificial Networks” para identificar 19 estruturas cefalométricas numa amostra de 10 telerradiografias. Alcançou erros superiores a 2mm em 4 estruturas, inferiores a 1mm em 12 estruturas, e erros entre 1 a 2mm em 3 estruturas.

Ren et al, (1998) (35) utilizou a abordagem “image enhancement based on multiple layer histogram equalization”, para identificar 48 estruturas cefalométricas numa amostra de 10 telerradiografias. Identificou 24 estruturas com erros inferiores a 1mm, 19 estruturas com erros inferior a 0,5mm e 5 estruturas não foram identificadas.

EI-Feghi et al, (2005) (39) definiu um algoritmo baseado na abordagem “knowledge-based Artificial Networks”. Identificou 26 das estruturas pré-definidas com erros até 2mm e 6 estruturas com erro superior a 2mm.

Shahidi S. et al (2013) (38), utilizou 2 técnicas, a “statistical pattern matching” e a “edge enhancement”, para identificar 16 estruturas cefalométricas numa amostra de 40 telerradiografias.

Alcançou erros inferiores a 2mm em 43,75% das estruturas e inferiores a 1mm em 12,5% destas. O erro médio foi de 2,59mm.

Gupta A. (2015) (37), definiu um algoritmo novo baseado em “knowledge-based landmark detection”, para identificação de 21 estruturas cefalométricas numa amostra de 30 tomografias axiais de feixe cónico. O erro máximo obtido foi de 2,63mm.

[2] Abordagem baseada em modelos:

Cardillo et al, (1994) (51) utilizou a “statistical pattern matching”, para identificar 20 estruturas cefalométricas numa amostra de 40 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 75% das estruturas.

Rudolph et al, (1998) (50) utilizou a abordagem de espectroscopia espacial para identificar 15 estruturas cefalométricas numa amostra de 14 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 13% das estruturas, obtendo um erro médio de 3,07mm.

Hutton et al, (2000) (49) utilizou a abordagem “active shape models”, para identificar 16 estruturas cefalométricas numa amostra de 63 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 35% das estruturas e inferiores a 1mm em 13%. Obteve um erro médio de 4,08mm.

Romaniuk et al, (2004) (48) utilizou a abordagem “active contours model” para identificar 1 estrutura cefalométrica numa amostra de 40 telerradiografias. Alcançou um erro médio de 1,2mm.

Vučinić P. (2010) (36), utilizou a abordagem “active appearance model” para identificar 17 estruturas cefalométricas e 114 pontos cefalométricos intermédios, numa amostra de 60 telerradiografias. Alcançou um erro inferior a 2mm em 61% das estruturas e inferior a 1mm em 28% destes.

[3] Abordagem “soft-computing”:

Innes et al, (2002) (35) utilizou a abordagem PCNN (pulse coupled neural network) para identificar 3 estruturas cefalométricas numa amostra de 109 telerradiografias. Alcançou um erro inferior a 2mm em 72% das estruturas.

Chakrabartty et al, (2003) (35) utilizou a abordagem “support vector machines” para identificar 8 estruturas cefalométricas numa amostra de 40 telerradiografias. Alcançou um erro inferior a 1mm em 93% das estruturas.

Ciesielski et al, (2003) (47) utilizou a abordagem “genetic algorithms” para identificar 4 estruturas cefalométricas numa amostra de 36 telerradiografias. Alcançou um erro inferior a 2mm em 85% das estruturas.

El-Feghi et al, (2004) (46) utilizou a abordagem “fuzzy neural networks” para identificar 20 estruturas cefalométricas numa amostra de 600 telerradiografias. Alcançou um erro inferior a 2mm em 90% das estruturas.

[4] Abordagens híbridas

Liu et al, (2000) (35) utilizou 3 abordagens, a “edge enhancement”, o “statistical pattern matching” e o “knowledge-based Artificial Networks”, para identificar 13 estruturas cefalométricas numa amostra de 38 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 23% das estruturas e inferiores a 1mm em 8% destas, Obteve um erro médio de 2,86mm.

Grau et al, (2001) (35) utilizou 2 abordagens, a “edge enhancement” e a “statistical pattern matching”, para identificar 17 estruturas cefalométricas numa amostra de 20 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 88,6% das estruturas e um erro médio de 1,03mm.

Yang et al, (2001) (44) utilizou 3 abordagens, filtros de imagem, “knowledge-based edge tracing” e o “changeable templates”, para identificar 16 estruturas cefalométricas numa amostra de 11 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 80% das estruturas.

Giordano et al, (2005) (45) utilizou 2 métodos, “celular neural networks” e “Knowledge-based Artificial Networks”, para identificar 8 estruturas cefalométricas numa amostra de 26 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 85% das estruturas, e inferiores a 1mm em 73% destas. O erro médio foi de 1,07mm.

Yue et al, (2006) (35) utilizou 4 métodos, filtros de imagem, “edge enhancement”, “statistical pattern matching” e “active shape models”, para identificar 12 estruturas cefalométricas numa amostra de 86 telerradiografias. Alcançou erros inferiores a 2mm em 71% das estruturas.

Os intervalos de erro considerados clinicamente aceitáveis para a detecção automática de pontos diferem entre autores: [1] Rakosi considera aceitáveis erros até 2mm (23); [2] Yue e colaboradores sugerem a aceitação de erros até 4mm (43); [3] Chakrabarty e colaboradores sugerem a aceitação de erros até 1mm (38); [4] Trpkova e colaboradores sugerem a aceitação de erros até 0,81mm (42).

Parthasarathy et al (41) verificou que a marcação de pontos cefalométricos por *experts* implicava um erro médio de 1,26mm. Este facto justifica a aceitação dos erros referidos.

A cefalometria totalmente automatizada cria grande controvérsia visto nenhum algoritmo ser capaz de substituir a capacidade de raciocínio e bom senso de um clínico. Assim, mediante a tecnologia atual, nenhum software de cefalometria tem a capacidade de determinar a localização exata dos pontos cefalométricos sem que seja necessário a sua alteração pelo clínico.

Face2Ceph - Mobile Cephalometrics

A presente investigação nasce com o objetivo de produzir uma ferramenta de cefalometria para dispositivos de comunicação móvel - Face2Ceph (Figura 10). A dimensão deste projeto exige uma fusão entre a cefalometria, já definida anteriormente, e o empreendedorismo. O empreendedorismo consiste numa área que objetiva à descoberta, avaliação e exploração de novos produtos, serviços ou processos, à definição de novas estratégias e métodos de gestão empresarial, e à investigação de novos mercados (59). O desenvolvimento de um projeto pode ser definido de várias formas, sendo que definimos o corrente projeto em 5 pontos base: [1] Ideias, problemas e soluções; [2] População-alvo; [3] Pesquisa de Mercado; [4] Avaliação económica; [5] Vantagens competitivas.



Figura 10 - Logótipo do Software de cefalometria para dispositivos móveis - Face2Ceph.

Ideias, problemas e soluções

Como já foi referido a ideia que sustenta este projeto consiste na produção do Face2Ceph. Esta ferramenta tem como objetivo ultrapassar as limitações da cefalometria manual e dos softwares de cefalometria já existentes ao integrar novos conceitos de diagnóstico e planeamento do tratamento ortodôntico e ortodôntico-cirúrgico.

A cefalometria manual apresenta um tempo de trabalho prolongado (25, 32) (Gráfico 1), custos aumentados (maioritariamente pelo tempo de trabalho envolvido) (32) e reduzida precisão na marcação de algumas estruturas cefalométricas (25, 32).

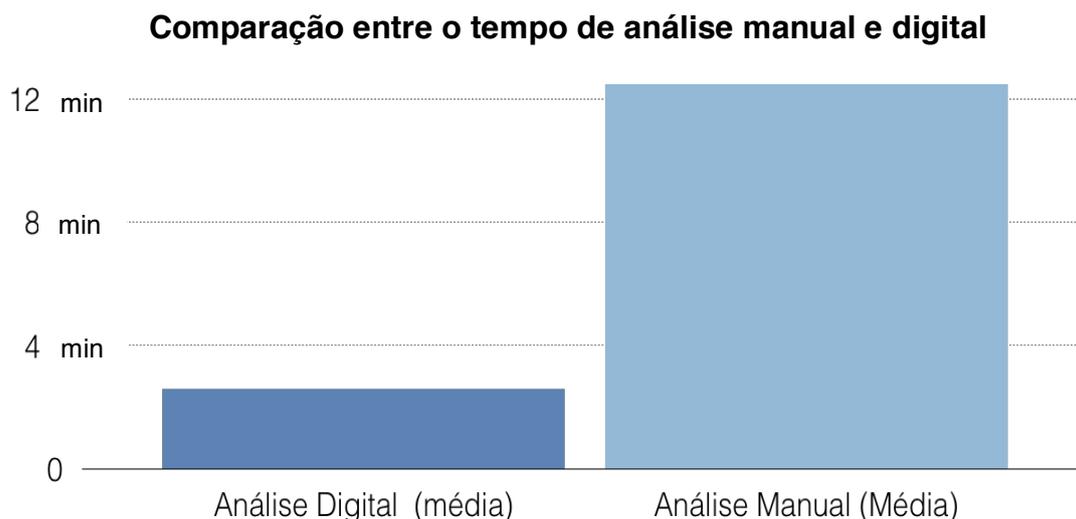


Gráfico 1 - Comparação entre a duração média de uma análise cefalométrica manual com a duração média de uma análise simples digital realizada nos softwares ViewBox®, Facad®, WinCeph®, OrisCeph® e OnyxCeph®. Em média a análise manual (feita por especialistas) requer mais 11 minutos que a análise digital simples.

A solução apresentada é uma ferramenta com a capacidade de diagnosticar dismorfoses dento-faciais e de prever o aspeto final do doente após o tratamento ortodôntico ou ortodôntico-cirúrgico.

Público-Alvo

O público alvo é definido como o número de indivíduos para a qual um determinado produto é direcionado. Neste caso corresponde ao número de clínicos especialistas e todos os médicos-dentistas com conhecimentos, cursos ou especializações que os permitam diagnosticar e tratar problemas do âmbito ortodôntico. Está claro que o número de ortodontistas especialistas é inferior ao número de praticantes de ortodontia. Não existem estatísticas relativas à quantidade de praticantes de ortodontia pelo que foi realizada uma pesquisa nas bases de dados dos colégios da especialidade de Ortodontia da Europa, EUA, Brasil, Canadá e Austrália. Os resultados encontram-se no Gráfico 2^[1], totalizando-se 36.546 Ortodontistas especialistas.

Não pode ser considerado que a população-alvo sejam todos os Ortodontistas especialistas uma vez que nem todos poderão estar dispostos a utilizar uma ferramenta de análise cefalométrica digital. Um estudo conduzido nos EUA concluiu que 93% dos Ortodontista especialistas estavam dispostos a utilizar uma ferramenta de análise digital na sua prática clínica diária (Gráfico 2^[2])(58). Assim a população-alvo é constituída por 33.898 Ortodontistas,

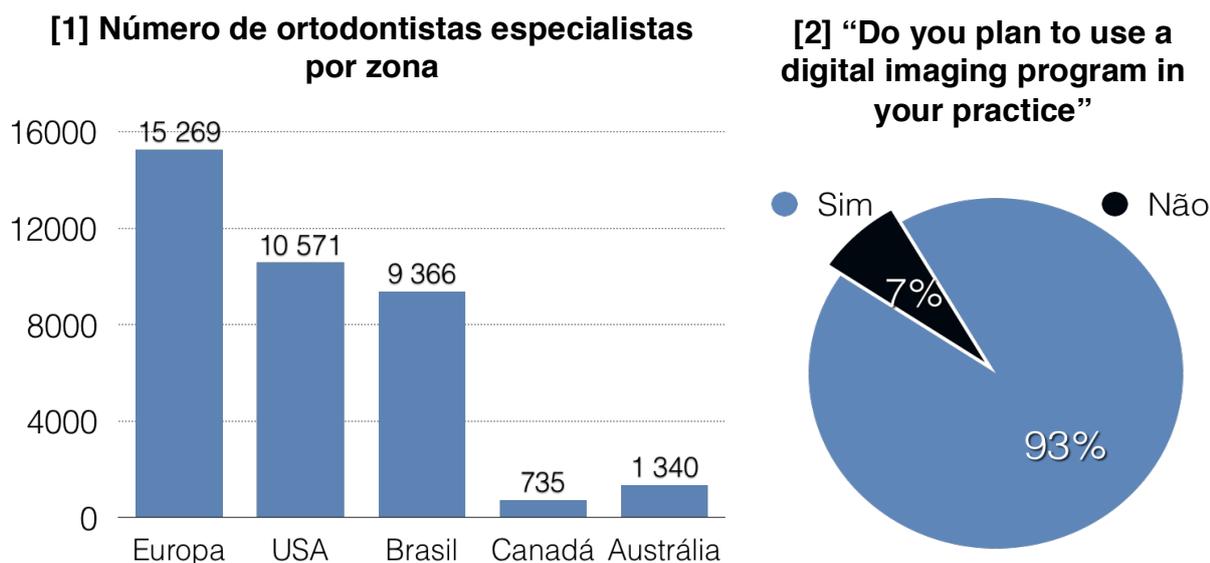


Gráfico 2 - [1] Número de Ortodontistas especialistas na Europa (15.269), USA (10.671), Brasil (9.366), Canadá (735) e Austrália (1340). [2] Gráfico correspondente ao número de Ortodontistas especialistas que estão dispostos a utilizar uma ferramenta de análise digital na sua prática clínica.

Pesquisa de Mercado

Uma pesquisa de mercado implica a investigação das tendências do mercado, a definição dos segmentos de mercado em que o projeto se inclui e a análise da competição crítica existente.

Atualmente verifica-se uma tendência para a utilização da cefalometria digital como exame auxiliar de diagnóstico. O mercado de softwares de cefalometria para computador está sobrelotado e existe uma grande variedade de oferta para o mesmo objetivo, o diagnóstico cefalométrico (26-30).

O desenvolvimento tecnológico convergiu na invenção do telemóvel. Este, inicialmente, era utilizado quase em exclusivo para comunicação interpessoal (61), no entanto, com o aparecimento da internet móvel, o telemóvel passou a funcionar como uma ferramenta de comunicação, lazer e trabalho. Analistas da World Population Clock afirmam que em 2015 existiam 7.35 mil milhões de habitantes no nosso planeta e que o número de telemóveis era de 7.1 mil milhões (60). Analistas da CISCO afirmam que esta proporção será ultrapassada em 2020 (62).

Com exceção do NinjaCeph, nenhum dos softwares referidos pode ser utilizado num telemóvel. Assim presenciamos um novo segmento de mercado: a cefalometria digital em dispositivos de comunicação móvel. A competição crítica existente neste segmento de mercado consiste no NinjaCeph. Este é um programa registado com direitos de autor americanos que permite:

1. criação de uma lista de pacientes com informação limitada e desorganizada;
2. obtenção de uma telerradiografia por upload de um ficheiro JPEG ou por fotografia;

3. utilização das análises de Steiner, Wits, Busrtone/COGS, Down, Jarabak, McNamara e Tweed, permitindo ainda a realização de análises fotográficas dos terços verticais e horizontais;
4. criação de análises definidas pelo próprio utilizador;
5. aplicação de 2 filtros de relevo na imagem e de zoom;
6. obtenção dos resultados numa tabela simples com apresentação do valor da variável e do diagnóstico pré-definido;
7. adicionar fotografias para produção de um PDF do caso clínico respetivo.

Estão publicados várias metodologias de avaliação da competição crítica de um segmento de mercado. Um dos métodos que se destacam é a “Blue Ocean Analysis”. Esta baseia-se numa análise de mercado que objetiva à classificação do segmento de mercado em “Blue Ocean” ou “Red Ocean” (63). O mercado ideal consiste num “Blue Ocean” uma vez que não existe competição direta à empresa porque o fator inovador do projeto permite que toda a competição se torne irrelevante. Um “Red Ocean” consiste num mercado supersaturado no qual existe um grau de competição empresarial elevado. Torna-se muito difícil ter sucesso comercial num mercado “Red Ocean” (63). No gráfico 3 apresentamos a representação gráfica da análise Blue Ocean na qual o software

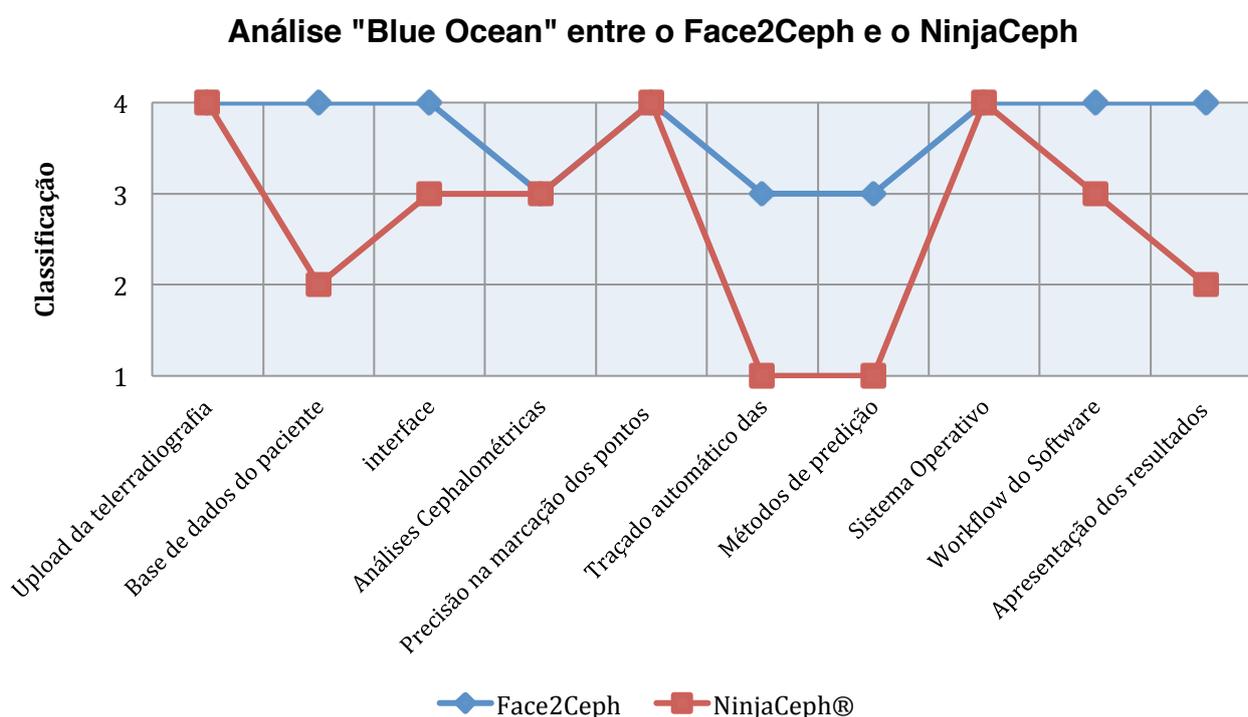


Gráfico 3 - Análise “Blue Ocean” aos softwares Face2Ceph e NinjaCeph. Estes são gráficos nos quais são colocadas as características mais importantes de um determinado produto de forma a compará-lo aos produtos já existentes. Cada característica é classificada com valores no intervalo [1-4] conforme premissas previamente definidas. Torna-se clara a dominância funcional, organizacional e inovadora do Face2Ceph.

Face2Ceph é comparado ao NinjaCeph. Conclui-se que existem diferenças claras entre ambas as ferramentas de cefalometria móvel e que o Face2Ceph apresenta várias vantagens competitivas.

Avaliação de viabilidade económica

O estudo da viabilidade económica tem por intuito o diagnóstico da exequibilidade do projeto através do balanço de vários fatores económicos. Para que o projeto tenha viabilidade económica deve ser expectável existir lucro ao fim de um intervalo de tempo que é variável, e interdependente do âmbito do projeto.

Os custos que se consideraram na fase inicial foram:

1. produção da versão inicial do software;
2. investigação de novas ferramentas para inovação do software;
3. servidores físicos para armazenamento dos dados;
4. despesas empresariais:
 - a. recursos humanos;
 - i. salários;
 - ii. especializações.
 - b. espaço físico da empresa:
 - i. escritório;
 - ii. internet;
 - iii. telefone.
5. vias de saída do produto (Google Play e App Store);
6. marketing;
7. licenciamento do produto;
8. outros.

A definição dos ganhos depende exclusivamente do número de potenciais compradores e do preço do software por clínico. O número de potenciais compradores já foi mencionado como sendo 33.898 Ortodontistas. O preço do produto é definido tendo em conta 5 fatores: o preço mais baixo possível para que não exista prejuízo, o preço considerado ideal pelo público-alvo, o preço impelido pela competição do segmento de mercado, a análise “Blue Ocean” e os ganhos anuais do clínico com a utilização da aplicação. Por questões de segredo empresarial, os balanços monetários referidos do Face2Ceph não serão apresentados.

Vantagens competitivas

As vantagens competitivas são os fatores que impelem a população-alvo a comprar o produto que o empreendedor e a respetiva organização empresarial se encontra a desenvolver, ou seja, são os seus trunfos. As vantagens competitivas do Face2Ceph são:

1. Base de dados completa por clínico:
 - a. Fotografia;
 - b. Nome Completo;
 - c. Data de nascimento;
 - d. Ordem representativa do clínico e respetivo número de identificação;
 - e. Especialidade;
 - f. Instituição.
2. Base de dados completa por paciente:
 - a. ID;
 - b. Nome Completo;
 - c. Data de Nascimento;
 - d. Género;
 - e. Raça/etnia;
 - f. Antecedentes de tratamento ortodôntico;
 - g. Fotografia frontal;
 - h. Fotografia de perfil;
 - i. Outras fotografias.
3. Armazenamento dos ficheiros num servidor externo de forma a não sobrecarregar o sistema, o processador e a memória física do dispositivo de comunicação móvel;
4. Interface simplificada e intuitiva por facilitar a marcação das estruturas cefalométricas e a avaliação e apresentação dos resultados;
5. Traçado das estruturas cefalométricas automatizado;
6. Previsão do aspeto final do paciente, após o tratamento ortodôntico ou ortodôntico-cirúrgico, numa fotografia de perfil que permite aumentar a receptividade ao plano de tratamento proposto (20);
7. Apresentação dos resultados sobre a forma de 2 camadas,
 - a. **Primeira camada:** baseada no conceito de “Diagnóstico implícito simples” no qual há uma catalogação esquemática de cada doente em:

- i. Classe I esquelética;
 - ii. Classe II esquelética por protrusão maxilar;
 - iii. Classe II esquelética por retrusão mandibular;
 - iv. Bi-retrusão
 - v. Classe III por retrusão maxilar;
 - vi. Classe III por protrusão mandibular
 - vii. Bi-protrusão
- b. **Segunda camada:** resultados integrais associados a um esquema representativo do desvio de cada variável em relação à norma.
8. Posicionamento num mercado “Blue Ocean” devido ao seu carácter inovador e de se integrar num segmento de mercado da cefalometria ainda muito recente, a cefalometria digital móvel.

Conclusão

Verificou-se que a evolução tecnológica do último século culminou na tendência da medicina para a informatização. A cefalometria não é exceção e desde 1968 que a sua digitalização tomou rumo no que atualmente é considerado um dos exames complementares mais importantes no diagnóstico e planeamento terapêutico ortodôntico e ortodôntico-cirúrgico.

A cefalometria digital está ainda hoje em evolução, nomeadamente em duas vertentes: a automatização de todo o procedimento e a sua portabilidade. Com as novas metodologias de alteração de imagem, os softwares mais recentes para detecção automatizada dos pontos cefalométricos alcançam erros muito próximos dos erros dos especialistas no entanto, numa opinião pessoal, não deve ser concedida capacidade diagnóstica total a um processador dada a sua incapacidade de raciocínio lógico e à ausência de discernimento clínico. Assim a detecção automatizada dos pontos cefalométricos terá um papel relevante na marcação assistida dos pontos referidos.

À semelhança da detecção automática dos pontos cefalométricos também a elaboração de ferramentas de cefalometria para dispositivos móveis tem recebido alguma importância, nomeadamente pelo desenvolvimento do SmileCeph®, para iPad, e do NinjaCeph, para iOS e Android. Aparece assim um novo segmento de mercado, a cefalometria em dispositivos de comunicação móvel.

O desenvolvimento científico é impelido pela inovação e investigação científica, que, por sua vez, constituem os alicerces do empreendedorismo. O presente projeto enquadra-se na fusão entre a

cefalometria e o empreendedorismo sendo que, após a avaliação do plano de negócios apresentado, verificou-se que o Face2Ceph tem potencial tecnológico, científico e financeiro.

Não basta uma ideia para desenvolver um projeto. Muitos passos são necessários para tornar algo com potencial numa realidade clínica e empresarial, o que obriga o clínico a ingressar numa área empresarial e nas incógnitas subjacentes.

Para finalizar, é fundamental destacar que as finalidades empíricas no campo do empreendedorismo são a promoção de novas empresas, a criação de novos empregos e o estímulo ao desenvolvimento de novas ideias que, por si só, deveriam levar à reivindicação do empreendedorismo como uma disciplina independente e distinta da investigação e das restantes disciplinas leccionadas na universidade (marketing, economia, e gestão). Fica assim lançado o repto para constituir o empreendedorismo como uma disciplina complementar aos planos de estudo nas diversas áreas do conhecimento.

Bibliografia

1. C. G. Conférence autour de Camper at de "son" angle facial. *Orthod Française* 1980. p. 50-97.
2. Steiner CC. Cephalometric for you and me. *Am J Orthod.* 1953;v.39(n.10):729-55.
3. Steiner CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment: Report of a case. *American Journal of Orthodontics.* 1960;46(10):721-35.
4. Vellini-Ferreira F. *Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico.* 6 ed. ed. São Paulo: Artes Médicas; 2004.
5. Ricketts RM. Cephalometric Analysis And Synthesis. *The Angle Orthodontist.* 1961;31(3):141-56.
6. Garson JG. The Frankfurt Craniometric Agreement, with critical remarks thereon. *J. Anthrax. Inst.* 1885. p. 64-83.
7. F. V. *Análise estética da face da população portuguesa com base na posição natural da cabeça:* Universidade de Coimbra; 2004.
8. Meiyappan N, Tamizharasi S, Senthilkumar KP, Janardhanan K. Natural head position: An overview. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7(Suppl 2):S424-7.
9. Downs WB. Analysis of the Dentofacial Profile. *The Angle Orthodontist.* 1956;26(4):191-212.
10. Downs WB. Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod.* 1948;34(10):812-40.
11. Tweed CH. The Frankfort-Mandibular Incisor Angle (FMIA) In Orthodontic Diagnosis, Treatment Planning and Prognosis. *The Angle Orthodontist.* 1954;24(3):121-69.
12. Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *American Journal of Orthodontics.* 1960;46(5):330-57.
13. Ricketts RM. Planning Treatment on the Basis of the Facial Pattern and an Estimate of Its Growth. *The Angle Orthodontist.* 1957;27(1):14-37.
14. McNamara Jr JA. A method of cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics.* 1984;86(6):449-69.
15. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod.* 1975;67(2):125-38.

16. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 103. United States 1993. p. 299-312.
17. William Arnett G, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning—part II. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1993;103(5):395-411.
18. Silva F, Rosa J, Abreu A, Caramelo F, Vale F. Coimbra's Analysis: An alternative for cephalometric evaluation (oral communication). XXV Reunião Anual de Medicina Dentária e Estomatologia de Coimbra 2016.
19. H. BB. A new X-ray technique and its application to Orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1:45-66.
20. Kolokitha OE. Validity of a manual soft tissue profile prediction method following mandibular setback osteotomy. *Eur J Dent.* 2007;1(4):202-11.
21. Pereira CB, Mundstock CA, Berthold TB. *Introdução à Cefalometria Radiográfica.* 5ª edição ed: Editora da UFRGS; 2011.
22. S. P. Complementary Diagnostic Aids: Cephalometric and Digital radiography. In: Edition K, editor. *Textbook of Orthodontics Elsevier Health Sciences APAC;* 2015. p. 780.
23. T. R. An atlas of manual cephalometric radiography. Rakosi T. ed: London: Wolfe Medical Publications; 1982. p. 7-19.
24. Polat-Ozsoy O, Gokcelik A, Toygar Memikoglu TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod.* 31. England 2009. p. 254-9.
25. da Silva MB, Sant'Anna EF. The evolution of cephalometric diagnosis in orthodontics. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(3):63-71.
26. Goracci C, Ferrari M. Reproducibility of measurements in tablet-assisted, PC-aided, and manual cephalometric analysis. *Angle Orthod.* 2014;84(3):437-42.
27. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: An analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2005;34(6):619-26.
28. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 31. England 2009. p. 247-53.

29. Paula LK, Solon-de-Mello Pde A, Mattos CT, Ruellas AC, Sant'Anna EF. Influence of magnification and superimposition of structures on cephalometric diagnosis. *Dental Press J Orthod*. 2015;20(2):29-34.
30. Vasconcelos MHF, Janson, Guilherme, Freitas, Marcos Roberto de, & Henriques, José Fernando Castanha. Avaliação de um programa de traçado cefalométrico. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*2006. p. 44-5.
31. Barrett MJ, Brown T, McNulty EC. A computer-based system of dental and cranio-facial measurement and analysis. *Aust Dent J*. 1968;13(3):207-12.
32. Tsorovas G L-AKA. A comparison of hand-tracing and cephalometric analysis computer programs with and without advanced features—accuracy and time demands. *The European Journal of Orthodontics*. 2010;32(6):8.
33. Naranjilla MA, Rudzki-Janson I. Cephalometric features of Filipinos with Angle Class I occlusion according to the Munich analysis. *Angle Orthod*. 2005;75(1):63-8.
34. Rudzki-Janson I HA. Indikation und Grenzen der Funktionskieferorthopa“die in der ta“glichen Praxis. *Deutsch Zahnärzte-kalender*. 1979:112-30.
35. Leonardi R, Giordano D, Maiorana F, Spampinato C. Automatic cephalometric analysis. *Angle Orthod*. 2008;78(1):145-51.
36. Vucinic P, Trpovski Z, Scepan I. Automatic landmarking of cephalograms using active appearance models. *Eur J Orthod*. 2010;32(3):233-41.
37. Gupta A, Kharbanda OP, Sardana V, Balachandran R, Sardana HK. Accuracy of 3D cephalometric measurements based on an automatic knowledge-based landmark detection algorithm. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2015.
38. Shahidi S, Oshagh M, Gozin F, Salehi P, Danaei SM. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks by a designed software. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(1):20110187.
39. El-Feghi I, Sid-Ahmed MA, Ahmadi M. Automatic localization of craniofacial landmarks using multi-layer perceptron as a function approximator. *Pattern Recognition Letters*. 2006;27(6):544-50.
40. Tong W, Nugent ST, Gregson PH, Jensen GM, Fay DF. Landmarking of cephalograms using a microcomputer system. *Comput Biomed Res*. 1990;23(4):358-79.
41. Parthasarathy S, Nugent ST, Gregson PG, Fay DF. Automatic Landmarking of Cephalograms. *Computers and Biomedical Research*. 1989;22(3):248-69.

42. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(2):165-70.
43. Yue W, Yin D, Li C, Wang G, Xu T. Automated 2-D cephalometric analysis on X-ray images by a model-based approach. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2006;53(8):1615-23.
44. Yang J, Ling X, Lu Y, Wei M, Ding G. Cephalometric image analysis and measurement for orthognathic surgery. *Med Biol Eng Comput.* 2001;39(3):279-84.
45. Giordano D, Leonardi R, Maiorana F, Cristaldi G, Distefano ML. Automatic Landmarking of Cephalograms by Cellular Neural Networks. *Artificial Intelligence in Medicine: 10th Conference on Artificial Intelligence in Medicine, AIME 2005, Aberdeen, UK, July 23-27, 2005 Proceedings.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2005. p. 333-42.
46. El-Feghi I, Sid-Ahmed MA, Ahmadi M. Automatic localization of craniofacial landmarks for assisted cephalometry. *Pattern Recognition.* 2004;37(3):609-21.
47. Ciesielski V, Innes, A, John, S and Mamutil, J. Genetic programming for landmark detection in cephalometric radiology images. *International Journal of Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems.* 2003;7(3):164-71.
48. Romaniuk B, Desvignes M, Revenu M, Deshayes MJ. Shape variability and spatial relationships modeling in statistical pattern recognition. *Pattern Recognition Letters.* 2004;25(2):239-47.
49. Hutton TJ, Cunningham S, Hammond P. An evaluation of active shape models for the automatic identification of cephalometric landmarks. *Eur J Orthod.* 2000;22(5):499-508.
50. Rudolph DJ, Sinclair PM, Coggins JM. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 113. United States 1998. p. 173-9.
51. Cardillo J, Sid-Ahmed MA. An image processing system for locating craniofacial landmarks. *IEEE Trans Med Imaging.* 1994;13(2):275-89.
52. Forsyth DB, Davis DN. Assessment of an automated cephalometric analysis system. *Eur J Orthod.* 1996;18(5):471-8.
53. (EFOSA) EFoOSA. The EFOSA European Orthodontic Guide. <http://efosa.eu> 2013.
54. Foundation THKF. Professionally Active Dentists by Specialty Field <http://kff.org/other/state-indicator/dentists-by-specialty-field/2016> [

55. Paranhos LR, Ricci, I. D., Scanavini, M. A., Bérzin, F., & Ramos, A. L. Análise do mercado de trabalho odontológico na região Sul do Brasil. 2010;14(1).
56. Dental C, Association. Dental Health Services in Canada - Facts and Figures. http://www.med.uottawa.ca/sim/data/Dental/Dental_Health_Services_in_Canada_June_2010.pdf: Canadian Dental Association; 2010.
57. Australia DBo. Dental practitioner registrant data. <http://www.dentalboard.gov.au/About-the-Board/Statistics.aspx2015>. p. 11.
58. Noble J, Hechter FJ, Karaiskos NE, Lekic N, Wiltshire WA. Future practice plans of orthodontic residents in the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 135. United States 2009. p. 357-60.
59. Cuervo Á RD. *Entrepreneurship: Concepts, Theory and Perspective*. S R, editor. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007. 348 p.
60. Global Mobile Subscribers Surpass 7 Billion [press release]. <https://http://www.telegeography.com/press/press-releases/2015/07/28/global-mobile-subscribers-surpass-7-billion/index.html>: TeleGeography, A Division of PriMetrica, Inc. 2015.
61. Duggan M RL. Cell Phone Activities 2012 [http://pewinternet.org/Reports/2012/Cell-Activities.aspx%C2%A0Pew Research Center's Internet & American Life Project](http://pewinternet.org/Reports/2012/Cell-Activities.aspx%C2%A0Pew%20Research%20Center's%20Internet%20&%20American%20Life%20Project); 2012 [
62. Cisco. Relatório Cisco Visual Networking Index (VNI) Sobre o Tráfego Global d dados Móveis 2015-2020. <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>; 2015.
63. Kim WC. Blue Ocean Strategy: How to Create Uncontested Market Space and Make Competition Irrelevant. W. Chan Kim RM, editor: *Harvard Business Review*; 2005.

Anexos / Glossário

1. PONTOS CEFALOMÉTRICOS ESQUELÉTICOS

a. *Articulare* - Ar

Ponto médio - formado pela interseção do contorno posterior do processo articular mandibular e do osso temporal. (7)

b. AO

Interseção da verdadeira vertical que passa no ponto A de Down com o plano oclusal. (15)

c. *Basion* - Ba

Ponto mais inferior e posterior do contorno anterior do foramen magnum. (7)

d. BO

Interseção da verdadeira vertical que passa no ponto B de Down. (15)

e. *Centro geométrico da mandíbula* - Xi

O centro geométrico da mandíbula alcança-se ao traçar 4 retas: [R1] reta perpendicular ao plano de Frankfurt tangente ao ponto mais profundo do limite anterior do ramo ascendente da mandíbula; [R2] reta perpendicular ao plano de Frankfurt tangente à projeção de R1 no limite posterior do ramo ascendente da mandíbula; [R3] reta paralela ao plano de Frankfurt tangente ao ponto mais profundo da Chanfradura Sigmóide; [R4] reta paralela ao plano de Frankfurt tangente à projeção de R3 na base mandibular. O centro geométrico da mandíbula consiste no cruzamento das diagonais de R1, R2, R3 e R4. (12)

f. *Condillion* - Co

Ponto médio - ponto mais posterior e superior da curvatura do côndilo mandibular. (7)

g. *Espinha nasal anterior* - ANS

Ponto na extremidade anterior da espinha nasal. (7)

h. *Espinha nasal posterior* - ANS

Ponto na extremidade posterior na espinha nasal. (7)

i. *Gnation* - Gn

Ponto médio - ponto mais anterior e inferior da sínfise mandibular. (2)

j. *Gonion* - Go

Ponto médio - ponto mais posterior e inferior do ângulo da mandíbula. (7)

k. *Menton* - Me

Ponto mais inferior do contorno da sínfise mentoniana. (7)

l. *Nasion* - N

Ponto mais anterior da sutura naso-frontal. (2)

m. *Orbitale* - Or

Ponto médio - mais inferior do bordo externo da cavidade orbital. (7)

n. Pogonion - Pg

Ponto mais anterior do contorno da sínfise mentoniana. (7)

o. Póron - Po

Ponto mais superior do canal auditivo externo. (6)

p. Ponto A de Downs- supraespinal

Ponto mais posterior da concavidade anterior do contorno do processo alveolar superior, entre a espinha nasal anterior e o Prosthion (ponto *subespinal*). (7)

q. Ponto B de Downs- supramental

Ponto mais posterior da concavidade anterior do contorno do processo alveolar inferior - também denominado de *Supramental*. (7)

r. Ponto Cc

Ponto localizado na interseção da base craniana (BaNa) e o eixo facial (PtGn).(12)

s. Ponto Cf

Ponto localizado na interseção do plano de Frankfurt (PoOr) e da perpendicular que passe em Pt. (12)

t. Ponto DC

Ponto de intersecção entre o eixo do côndilo e o segmento de reta BaNa. (12)

u. Ponto D

Centro geométrico da sínfise mentoniana. (2)

v. Pterigoide - Pt

Ponto mais pósterio-superior da fenda pterigo-maxilar. (14)

w. Sella - S

Ponto situado no centro da sela túrcica. (7)

x. Espinhal' - Sp'

Ponto de interseção entre o segmento de reta A-B e o segmento de reta ANS-PNS (34)

y. t-Gonion - tGo

Interseção entre uma tangente ao limite posterior do ramo ascendente da mandíbula e uma tangente ao limite inferior do corpo da mandíbula. (34)

2. PONTOS CEFALOMÉTRICOS DENTÁRIOS

a. Dum

Ponto mais dista do 1º molar superior. (12)

b. Dim

Ponto mais distal do 1º molar inferior(12)

c. Incisivo superior vestibular - Uiv

Ponto mais vestibular do incisivo central superior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

d. Incisivo superior apical - Aui

Ponto mais apical do incisivo superior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

e. Incisivo superior incisal - Iui

Ponto mais incisal do incisivo superior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

f. Incisivo inferior vestibular - Liv

Ponto mais vestibular do incisivo central inferior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

g. Incisivo inferior apical - Ali

Ponto mais apical do incisivo inferior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

h. Incisivo inferior incisal - Ili

Ponto mais incisal do incisivo inferior. Foi definida uma nova nomenclatura pela variabilidade de denominações existentes para o mesmo ponto anatômico.

i. Lc

Vértice da cúspide do canino inferior. (12)

j. Uc

Vértice da cúspide do canino superior. (12)

3. PONTOS CEFALOMÉTRICOS CUTÂNEOS

a. Cheekbone point - Cp

Ponto mais convexo da região cutânea malar. (17)

b. Columella - C

Ponto mais anterior e inferior do nariz. (17)

c. Distal do globo ocular - Oc

Ponto mais distal visível do globo ocular. (17)

d. Glabela cutâneo - G'

Ponto localizado na linha média facial, entre ambas as sobrancelhas. Na vista de perfil consiste na ponto mais proeminente da testa (17)

e. Lábio Inferior - LL / LLA

Ponto mais anterior do lábio inferior, também denominada de *Labrale inferior*. (7)

f. Lábio Superior - UL / ULA

Ponto mais anterior do lábio superior, também denominado de *Labrale superior*. (7)

g. Menton Cutâneo - Me'

Ponto mais inferior do mento cutâneo. (7)

h. Nasal médio - Nm

Ponto médio do limite inferior do nariz compreendido entre os pontos Pro e Sn. (14)

i. Pogonion Cutâneo - Pg'

Ponto mais proeminente ou mais anterior do mento cutâneo. (7)

j. Ponta do nariz - NT

Ponto mais anterior da ponta do nariz. (17)

k. Ponto anterior do globo-ocular

Ponto mais anterior do globo ocular. (7)

l. Ponto Maxilar Mxp

É o ponto mais anterior do contorno cutâneo que passa na bochecha, nariz e lábio. (17)

m. Ponto MdSC

Ponto mais posterior da concavidade anterior do queixo. (17)

n. Ponto MxSC

Ponto mais posterior da concavidade anterior do lábio superior. (17)

o. Pronasale - Prn

Ponto mais anterior do contorno da ponta do nariz. (7)

p. Stomion- St

Ponto de contacto entre o lábio superior e o inferior (quando existe selamento labial anterior). Quando não existe, definem-se dois pontos diferentes, o ULS (stomion superior) e LLS (stomion inferior). (7)

q. Subnasale - Sn

Ponto localizado na junção do bordo inferior do nariz com o início do lábio superior, no plano sagital médio. (7)

r. Transição pescoço-garganta - NTP

Ponto localizado na transição do pescoço para a garganta. (17)

4. ANÁLISES CEFALOMÉTRICAS

1. Análise de Tweed

Tweed definiu o valor médio de FMA como 25° (FMA ideal) com 4° de desvio-padrão, tendo esclarecido como calcular a discrepância cefalométrica:

- Quando FMA se encontra entre 20° e 30°, o valor de FMIA deverá ser de 68°. A discrepância cefalométrica será calculada ao subtrair o FMIA do doente pelo normal;
- Quando FMA é igual ou superior a 30°, o valor de FMIA deverá ser de 65°. A discrepância cefalométrica será calculada ao subtrair o FMIA do doente pelo normal;
- Quando FMA é igual ou inferior a 20°, o valor de IMPA deverá ser de 92°. A discrepância cefalométrica será calculada ao subtrair o IMPA do doente com o FMIA ideal.

A discrepância cefalométrica (em graus) permite a determinação da distância, em milímetros, que os incisivos deverão ser movidos (para vestibular ou lingual) de forma a atingirem aos valores cefalométricos desejados. Tendo em conta que o movimento antero-posterior dos incisivos tem repercussões em ambos os lados da arcada, o resultado tem que ser multiplicado por 2. De forma a simplificar os cálculos, definiu-se uma equação baseada na multiplicação da discrepância cefalométrica (em graus) por 0,8. A discrepância cefalométrica é posteriormente somada à discrepância de modelo de forma a definir a discrepância total.

(4, 11)

2. A análise de Steiner

Análise esquelética

- **<SNA**- ângulo entre S-N e N-A. A norma é 82° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 84° a maxila encontra-se avançada, quando este for inferior de 80° a maxila encontra-se recuada e quando este se encontra entre 80° e 84° a maxila encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **<SNB**- ângulo entre S-N e N-B. A norma é 80° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 82° a mandíbula encontra-se avançada, quando este for inferior de 78° a mandíbula encontra-se recuada e quando este se encontra entre 80° e 84° a mandíbula encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **<ANB** - ângulo entre A-N e N-B. A norma é 2° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 4° refere-se uma classe II esquelética, quando este for inferior de 0° refere-se

uma classe III esquelética e quando este se encontra entre 0° e 4° refere-se uma classe I esquelética;

- **<SND** - ângulo entre S-N e N-D. A norma é 76° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 78° a mandíbula encontra-se avançada, quando este for inferior de 74° a mandíbula encontra-se recuada e quando este se encontra entre 74° e 78° a mandíbula encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **SN-GoGn** - proporção entre [S-N] e [Go-Gn]. A norma consiste numa proporção de 1:1, ou seja, ambas as retas, idealmente deveriam ter o mesmo comprimento. Quando o valor é superior a 1, verifica-se uma redução do ramo horizontal da mandíbula, quando este é inferior a 1 verifica-se um aumento do ramo horizontal da mandíbula e quando este é igual a 1 verifica-se um normal comprimento do ramo horizontal da mandíbula.

A análise dentária implica:

- **<Li.GoGn** - ângulo entre Ali-Ili e Go-Gn. A norma é 93°. Quando o valor for superior a 93° verifica-se uma pró-inclinação do incisivo inferior, quando este se encontra acima de 93° verifica-se uma retro-inclinação do incisivo inferior e quando este é igual a 93° verifica-se uma normo-inclinação do incisivo inferior;
- **Ângulo interincisivo (Is<Li)** - ângulo entre Aui-lui e Ali-Ili. A norma é 131° Quando o valor for superior a 131° verifica-se um aumento do ângulo interincisivo, quando este for inferior de 131° verifica-se uma redução do ângulo interincisivo e quando este é igual a 131° verifica-se um ângulo interincisivo normal;
- **<Ui.NA** - ângulo entre Aui-lui e N-A. A norma é 22°. Quando o valor for superior a 22° verifica-se uma pró-inclinação do incisivo superior, quando este se encontra abaixo de 22° verifica-se uma retro-inclinação do incisivo superior e quando este é igual a 22° verifica-se uma normo-inclinação do incisivo superior;
- **<Li.NB** - ângulo entre Ali-Ili e N-B. A norma é 25°. Quando o valor for superior a 25° verifica-se uma pró-inclinação do incisivo inferior, quando este se encontra abaixo de 25° verifica-se uma retro-inclinação do incisivo inferior e quando este é igual a 25° verifica-se uma normo-inclinação do incisivo inferior;
- **Ui-NA** - distância mínima entre o incisivo superior e N-A. A sua norma é 4mm. Quando o valor for superior a 4mm verifica-se uma protrusão do incisivo superior, quando este for inferior de 4mm verifica-se uma retrusão do incisivo superior e quando é igual a 4mm verifica-se uma normoposição do incisivo superior.
- **Li-NB** - distância mínima entre o incisivo inferior e N-B. A sua norma é 4mm. Quando o valor for superior a 4mm verifica-se uma protrusão do incisivo inferior, quando este for inferior de 4mm verifica-se uma retrusão do incisivo superior e quando é igual a 4mm verifica-se uma normoposição do incisivo inferior.

- **Ocl<SN** - ângulo entre S-N e o plano oclusal. A sua norma é 14°. Quando o valor for superior a 14° verifica-se um crescimento mandibular com predominância vertical, quando este se encontra abaixo de 14° verifica-se um crescimento mandibular com predominância horizontal e quando este é igual a 14° verifica-se um crescimento mandibular médio.

(2-4)

3. Análise de Downs

Análise esquelética

- **Ângulo facial** - ângulo entre Po-Or e N-Pg. A norma é 88,5° com desvio-padrão de 6,5°. Quando o valor for superior a 95° a mandíbula encontra-se prognata, quando este for inferior de 82° a mandíbula encontra-se retrognata e quando este se encontra entre 88,5° e 95° a mandíbula encontra-se ortognata;
- **Ângulo de convexidade facial** - ângulo entre N-A e A-Pg. A norma é 0,75° com desvio-padrão de 9,25°. Quando o valor for superior a 10° refere-se uma classe II esquelética, quando este for inferior de -8,5° refere-se uma classe III esquelética e quando este se encontra entre -8,5° e 10° refere-se uma classe I esquelética;
- **Ângulo do plano AB** - ângulo entre A-B e N-Pg. A norma é -4,5° com desvio-padrão de 4,5°. Quando o valor for superior a 0° a mandíbula encontra-se prognata, quando este for inferior de -9° a mandíbula encontra-se retrognata e quando este se encontra entre -9° e 0° a mandíbula encontra-se ortognata.
- **Ângulo do plano mandibular** - ângulo entre Po-Or e Go-Me. A norma é 22,5° com desvio-padrão de 5,5°. Quando o valor for superior a 28° refere-se uma tendência para classe II esquelética, quando este for inferior de 17° refere-se uma tendência a classe III esquelética e quando este se encontra entre 17° e 28° refere-se uma tendência classe I esquelética. Auxilia na previsão do tipo de crescimento mandibular.
- **Ângulo do eixo Y** - ângulo entre S-Gn e Po-Or. A norma é 59,5° com desvio-padrão de 6,5°. Quando o valor for superior a 66° a mandíbula encontra-se com uma tendência de crescimento vertical, quando este for inferior de 53° a mandíbula encontra-se com tendência de crescimento horizontal e quando este se encontra entre 53° e 66° a mandíbula encontra-se com tendência de crescimento médio.

Análise Dentária

- **Inclinação do plano oclusal** - ângulo entre Po-Or e o plano oclusal. A norma é 7,75° com desvio-padrão de 6,25°. Quando o valor for superior a 14° verifica-se uma potencial mordida aberta, quando este for inferior de 1,5° verifica-se uma potencial mordida profunda e quando este se encontra entre 1,5° e 14° verifica-se uma potencial mordida normal;

- **Ângulo interincisivo** - ângulo entre Aui-lui e Ali-Ili. A norma é de 140° com desvio-padrão de 10° . Quando o valor for superior a 150° verifica-se uma bi-proinclinação incisiva, quando este for inferior de 130° verifica-se uma bi-retroinclinação incisiva e quando este se encontra entre 130° e 150° verifica-se uma inclinação incisiva normal;
- **Ângulo do incisivo inferior em relação ao plano mandibular** - ângulo entre Go-Gn e Ali-Ili. A norma é $90,8^\circ$ com desvio-padrão de $7,6^\circ$. Quando o valor for superior a $98,4^\circ$ verifica-se uma pro-inclinação do incisivo inferior, quando este for inferior de $83,2^\circ$ verifica-se uma retro-inclinação do incisivo inferior e quando este se encontra entre $83,2^\circ$ e $98,4^\circ$ verifica-se uma inclinação do incisivo inferior normal;
- **Ângulo do incisivo inferior em relação à perpendicular ao plano oclusal** - ângulo entre Ali-Ili e o plano oclusal. A norma é $11,75^\circ$ com desvio-padrão de $8,25^\circ$. Quando o valor for superior a 20° verifica-se uma classe II dentária, quando este for inferior de $3,5^\circ$ verifica-se uma classe III dentária e quando este se encontra entre $3,5^\circ$ e 20° verifica-se uma classe I dentária;
- **Distância entre o incisivo superior e o traçado NB** - distância mínima entre o ponto IUi e N-B. A norma é 2mm com desvio-padrão de 3mm. Quando o valor for superior a 5mm verifica-se uma protrusão do incisivo inferior, quando este for inferior de -1mm verifica-se uma retrusão do incisivo inferior e quando este se encontra entre -1mm e 5mm verifica-se uma normoposição do incisivo inferior.

(9, 10)

4. Análise de Ricketts

Relação craniofacial

- **Eixo facial** - ângulo entre Ba-N e Gn-Pt (eixo facial). A norma é 90° com desvio-padrão de 3° . Quando o valor for superior a 93° verifica-se um avanço do mento, quando este se encontra abaixo de 87° verifica-se um recuo do mento e quando este é igual a 90° verifica-se um posicionamento do mento normal.
- **Cone facial** - ângulo entre N-Pg (plano facial) e Go-Me (plano mandibular). A norma é 68° com desvio-padrão de $3,5^\circ$. Quando o valor for superior a $71,5^\circ$ e o doente é classe II esquelética indica que o doente é braquifacial com retrusão mandibular, quando este se encontra abaixo de $65,5^\circ$ e o doente é classe III esquelética, indica pacientes dolicofaciais.
- **Ângulo de profundidade facial** - ângulo entre N-Pg e Po-Or. A norma é 87° com desvio-padrão de 3° . Quando o valor for superior a 90° verifica-se um avanço da mandíbula, quando este se encontra abaixo de 84° verifica-se um recuo da mandíbula e quando este é igual a 87° verifica-se um posicionamento normal da mandíbula.
- **Ângulo do plano mandibular** - ângulo entre Go-Me e Po-Or. A norma é 25° com desvio-padrão de $4,5^\circ$. Quando o valor for superior a $29,5^\circ$ verifica-se uma mandíbula

hiperdivergente, quando este se encontra abaixo de $20,5^\circ$ verifica-se uma mandíbula hipodivergente e quando este se encontra entre $20,5^\circ$ e $29,5^\circ$ verifica-se uma mandíbula mesodivergente.

- **Ângulo da altura facial inferior**- ângulo entre Ans-Xi e Xi-B. A norma é 47° com desvio-padrão de 4° . Quando o valor for superior a 51° verifica-se um aumento do 1/3 inferior da face, quando este se encontra abaixo de 43° verifica-se uma redução do 1/3 inferior da face e quando este se encontra entre 43° e 51° verifica-se um 1/3 inferior da face normal.
- **Ângulo do arco mandibular** - ângulo entre Co-Xi e Xi-B. A norma é 26° com desvio-padrão de 4° . Quando o valor for superior a 30° verifica-se uma mandíbula hiperdivergente, quando este se encontra abaixo de 22° verifica-se uma mandíbula hipodivergente e quando este se encontra entre 42° e 30° verifica-se uma mandíbula normodivergente.

Análise esquelética maxilar

- **Convexidade do ponto A** - distância mínima entre o ponto A e uma verdadeira vertical que passe por N. A média é 2mm aos 8 anos e 6 meses, com desvio-padrão de 2mm. Diminui em média 0,2mm por ano. Quando o valor é superior a 4mm verifica-se um avanço da maxila, quando este é inferior a 0mm, verifica-se um recuo da maxila e quando o valor se encontra no intervalo entre 0 e 4mm verifica-se um normal posicionamento da maxila.
- **Inclinação do plano palatino** - ângulo entre PoOr e Ans-Pns. A sua norma é de 1° com desvio-padrão de $3,5^\circ$. Quando o valor for superior a $4,5^\circ$ verifica-se uma potencial mordida aberta, quando este se encontra abaixo de $-2,5^\circ$ verifica-se uma potencial mordida profunda e quando este se encontra entre $-2,5$ e $4,5^\circ$ verifica-se uma overbite normal.
- **Profundidade Maxilar** - ângulo entre PoOr e N-A. A norma é 90° com desvio-padrão de 3° . Quando o valor for superior a 93° verifica-se uma protrusão maxilar, quando este se encontra abaixo de 87° verifica-se uma retrusão maxilar e quando este se encontra entre 87 e 93° verifica-se uma normoposição maxilar.
- **Altura maxilar** - ângulo entre Cf-N e Cf-A. A norma é 53° com desvio-padrão de 3° . Quando o valor for superior a 56° verifica-se um maxilar numa posição mais baixa, quando este se encontra abaixo de 50° verifica-se uma impactação maxilar (posição mais elevada) e quando este se encontra entre 50° e 56° verifica-se uma normoposição vertical do maxilar.

Análise dentária

- **Relação molar** - distância entre as verdadeiras verticais que passam em Dum e DIm. A média é -3mm com desvio-padrão de 3mm. Quando o valor é superior a 0mm verifica-se uma classe II molar, quando este é inferior a -6mm verifica-se uma classe III molar e quando o valor se encontra no intervalo entre 0 e -6 verifica-se uma potencial classe I molar.
- **Relação canina** - distância entre as verdadeiras verticais que passam em Cs e Ci, no plano oclusal. A + média é -2mm com desvio-padrão de 3mm. Quando o valor é superior a 1m

verifica-se uma classe II canina, quando este é inferior a -5mm verifica-se uma classe III canina e quando o valor se encontra no intervalo entre 1 e -5 verifica-se uma potencial classe I canina.

- **Trespasse horizontal (overjet)** - distância, na horizontal, entre Iui e Ili. A média é 2,5mm com desvio-padrão de 2,5mm. Quando o valor é inferior a 0mm verifica-se uma mordida cruzada anterior, quando este é inferior a -6mm verifica-se uma aumento do overjet e quando o valor se encontra no intervalo entre 0 e -6 verifica-se um overjet normal.
- **Trespasse vertical (overbite)** - distância, na vertical, entre Iui e Ili. A média é 2,5mm com desvio-padrão de 2,5mm. Quando o valor é inferior a 0mm verifica-se uma mordida aberta anterior, quando este é inferior a -6mm verifica-se uma mordida profunda e quando o valor se encontra no intervalo entre 0 e -6 verifica-se um overbite normal.
- **Extrusão do incisivo inferior** - distância, na vertical, entre o plano oclusal e o ponto Ili, definindo o overbite. A média é 1,25mm com desvio-padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 3,25mm verifica-se uma extrusão relativa do incisivo inferior, quando este é inferior a -0,75mm verifica-se uma intrusão relativa do incisivo inferior e quando o valor se encontra no intervalo entre -0,75 e 3,25mm verifica-se uma normal erupção do incisivo inferior.
- **Posição do 1º Molar superior** - distância entre as verdadeiras verticais que passem em Pt e Dum. A média é 12mm com desvio-padrão de 2mm, no entanto esta média é interdependente da idade e é calculada pela soma de 3mm à idade do paciente. Para pacientes com idade média de 9 anos, quando o valor é superior a 14mm verifica-se um avanço do 1º molar superior, quando este é inferior a 10mm, verifica-se um recuo do 1º molar superior e quando o valor se encontra no intervalo entre 10 e 14mm verifica-se um normal posicionamento do 1º molar superior.
- **Protrusão do incisivo superior** - distância entre A-Pg e Iui. A média é 3,5mm com desvio-padrão de 2,5mm. Quando o valor é superior a 6mm verifica-se um avanço do incisivo superior, quando este é inferior a 1mm, verifica-se um recuo do incisivo superior e quando o valor se encontra no intervalo entre 1 e 6mm verifica-se um normal posicionamento do incisivo superior.
- **Protrusão do incisivo inferior** - distância entre A-Pg e Ili. A média é 1mm com desvio-padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 3mm verifica-se um avanço do incisivo inferior, quando este é inferior a -1mm, verifica-se um recuo do incisivo inferior e quando o valor se encontra no intervalo entre -1 e 3mm verifica-se um normal posicionamento do incisivo inferior;
- **Inclinação do incisivo superior** - ângulo entre Iui-Aui e A-Pg. A média é 28° com desvio-padrão de 4°. Quando o valor é superior a 32° verifica-se uma pro-inclinação do incisivo superior, quando este é inferior a 24°, verifica-se uma retro-inclinação do incisivo superior e

quando o valor se encontra no intervalo entre 24 e 32° verifica-se uma normo-inclinação do incisivo superior.

- **Inclinação do incisivo inferior** - ângulo entre Ili-Ali e Pm e A-Pg. A média é 22° com desvio-padrão de 4°. Quando o valor é superior a 26° verifica-se uma pro-inclinação do incisivo inferior, quando este é inferior a 18°, verifica-se uma retro-inclinação do incisivo inferior e quando o valor se encontra no intervalo entre 18 e 26° verifica-se uma normo-inclinação do incisivo inferior.
- **Ângulo interincisivo** - ângulo entre Iui-Aui e Ili-Ali. A média é 130° com desvio-padrão de 10°. Quando o valor é superior a 140° verifica-se um aumento do ângulo interincisivo, quando este é inferior a 120°, verifica-se uma redução do ângulo interincisivo e quando o valor se encontra no intervalo entre 120 e 140° verifica-se um ângulo interincisivo normal.
- **Plano oclusal ao ramo mandibular (Xi)** - distância mínima entre Xi e o plano oclusal. A média é 0mm aos 9 anos e 6 meses com desvio-padrão de 3mm. Em média reduz 0,5mm por ano. Quando o valor é superior a 3mm verifica-se uma tendência a classe II esquelética, quando este é inferior a -3mm, verifica-se uma tendência a classe III esquelética e quando o valor se encontra no intervalo entre -3 e 3mm verifica-se uma tendência a classe I esquelética.
- **Inclinação do plano oclusal** - ângulo formado pela interseção do segmento de reta Xi-Pm com o plano oclusal. A sua média é 22° aos 8 anos com desvio-padrão de 4°. Em média aumenta 0,5° por ano. Quando o valor é superior a 26° verifica-se um aumento da divergência do plano oclusal em relação à estrutura interna da mandíbula, quando este é inferior a 18°, verifica-se uma redução da divergência do plano oclusal em relação à estrutura interna da mandíbula e quando o valor se encontra no intervalo entre 18 e 26° verifica-se uma normal posição do plano oclusal em relação à estrutura interna da mandíbula.

Relação labial

- **Protrusão labial** - distância entre LI e Pg'-Pro (linha estética de Ricketts). A média é -2mm com desvio-padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 0mm verifica-se uma protrusão do lábio inferior, quando este é inferior a -4mm, verifica-se uma retrusão do lábio superior e quando o valor se encontra no intervalo entre -4 e 0mm verifica-se uma normal posição do lábio inferior.
- **Comprimento do lábio superior** - distância entre St e Ans. A média é 24mm com desvio-padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 26mm verifica-se um aumento do comprimento do lábio superior, quando este é inferior a 22mm, verifica-se uma redução do comprimento do lábio superior e quando o valor se encontra no intervalo entre 22 e 26mm verifica-se um normal comprimento do lábio superior.
- **Comissura labial-plano oclusal** - distância entre a comissura labial e o plano oclusal, perpendicularmente a este. A média é -3,5mm. Quando o valor é superior a -3,5 verifica-se

uma potencial diminuição do comprimento do lábio superior com um potencial sorriso gengival, quando este é inferior a -3,5mm, verifica-se um aumento do comprimento do lábio superior e quando o valor é -3,5mm verifica-se um normal comprimento do lábio superior.

Relação das estruturas internas

- **Deflexão craneana** - ângulo entre Na-Ba com Po-O. A média é 27° aos 8 anos e meio com desvio-padrão de 3°. Em média aumenta 0,2° por ano. Quando o valor é superior a 30° verifica-se uma avanço da fossa glenoidea, quando este é inferior a 24°, verifica-se uma retrusão da fossa glenoidea e quando o valor se encontra no intervalo entre 24 e 30° verifica-se uma normal posição do anteroposterior da fossa glenoidea.
- **Comprimento anterior do crânio** - distância entre Cc e Na. A média é 55mm aos 8 anos e meio com desvio-padrão de 2,5mm. Em média aumenta 0,8mm por ano de crescimento. Quando o valor é superior a 57,5mm e se verifica uma classe II indica que esta deriva de uma base craneana larga, quando este é inferior a 52,5mm e se verifica uma classe III indica que esta deriva de uma base craneana curta e quando o valor se encontra no intervalo entre 52,5 e 57,5mm verifica-se um normal comprimento anterior da base do crânio.
- **Altura facial posterior** - distância entre Cf e Gn. A média é 55mm aos 8 anos e meio com desvio-padrão de 3,3mm. Em média aumenta 0,8mm por ano de crescimento. Quando o valor é superior a 58,3mm verifica-se um crescimento mandibular com tendência para rotação anterior, quando este é inferior a 51,7mm verifica-se um crescimento mandibular com tendência para rotação posterior e quando o valor se encontra no intervalo entre 51,7 e 58,3mm verifica-se um crescimento mandibular com tendência de rotação média.
- **Posição do ramo mandibular (Xi)** - ângulo entre Cf-Xi e PoO. A média é 76° com desvio-padrão de 3°. Quando o valor é superior a 79° verifica-se um recuo mandibular com potencial classe II esquelética, quando este é inferior a 73°, verifica-se um avanço mandibular com potencial classe III esquelética e quando o valor se encontra no intervalo entre 73 e 79° verifica-se uma normal posição do anteroposterior da mandíbula.
- **Localização do Pórtion (Po)** - distância entre Po e Pt. A média é 39mm aos 9 anos com desvio-padrão de 2,2mm. Em média aumenta 0,4mm por ano de crescimento. Quando o valor é superior a 2,6mm verifica-se uma posição mais posterior da fossa glenoidea (e portanto do local de articulação do côndilo), quando este é inferior a 1,8mm verifica-se uma posição mais anterior da fossa glenoidea (e portanto do local de articulação do côndilo) e quando o valor se encontra no intervalo entre 1,8 e 2,6mm verifica-se uma posição anteroposterior normal da fosse glenoidea (e portanto do local de articulação do côndilo).
- **Arco mandibular** - ângulo entre Co-Xi e Xi-Pm. A média é 26° com desvio-padrão de 4°. Quando o valor é superior a 30° verifica-se um padrão de prognatia mandibular, quando este é inferior a 22°, verifica-se um padrão de retrognatia mandibular e quando o valor se encontra no intervalo entre 22 e 30° verifica-se um padrão de ortognatia mandibular.

- **Cumprimento do corpo mandibular** - distância entre Xi e o ponto de interseção do eixo do corpo mandibular com o plano A-Pg. A média é 65mm aos 8 anos e meio com desvio-padrão de 2,7mm. Em média aumenta 1,6mm por ano de crescimento. Quando o valor é superior a 67,7mm verifica-se um padrão de prognatismo mandibular, quando este é inferior a 62,3mm verifica-se um padrão de retrognatia mandibular e quando o valor se encontra no intervalo entre 62,3 e 67,7mm verifica-se um padrão de ortognatia mandibular.

(5, 12, 22)

5. Wits

A análise variável de Wits baseia-se na distância entre os pontos OA e OB. A média é de -1mm para os homens e de 0mm para as mulheres. No homem, quando o valor clínico é superior -1mm verifica-se uma potencial classe III esquelética, quando este é inferior a -1mm verifica-se uma potencial classe II e quando o valor é igual a -1mm verifica-se uma potencial classe I esquelética. Na mulher, quando o valor clínico é superior a 0mm verifica-se uma potencial classe III esquelética, quando este é inferior a 0mm verifica-se uma potencial classe II e quando este é igual a 0mm verifica-se uma potencial classe I esquelética.

(15)

6. Análise de McNamara

Análise esquelética

- **Relação da maxila com a base do crânio (A-Nperp)** - distância entre A e a verdadeiro vertical que passa em N. A média é 0mm em dentição decídua e 1mm em dentição adulta, no entanto em crianças e adultos jovens utiliza-se uma média de 0,5mm com desvio-padrão de 0,5mm. Quando o valor é superior a 1mm, verifica-se um avanço da maxila em relação à base do crânio, quando o valor é inferior a 0mm verifica-se um recuo da maxila em relação à base do crânio e quando o valor se encontra no intervalo de 0 a 1mm verifica-se uma posição anteroposterior da maxila normal.
- **Relação da mandíbula com a base do crânio (Pg-Nperp)** - distância entre Pg e a verdadeiro vertical que passa em N. A média é -7mm com 1mm de desvio-padrão na dentição decídua, -2mm com 2mm de desvio-padrão na mulher e 1mm com 3mm de desvio-padrão no homem. Quando este valor é superior a -6mm em dentição decídua, a 0mm na mulher ou a 4mm no homem, verifica-se um avanço da mandíbula em relação à base do crânio. Quando o valor é inferior a -8mm na dentição decídua, a -4mm na mulher e a -2mm no homem, verifica-se um recuo da mandíbula em relação à base do crânio. Quando o valor se encontra no intervalo de -8 a -6mm na dentição decídua, de -4 a 0mm na mulher e de -2 a 4mm no homem, verifica-se uma posição anteroposterior da mandíbula normal em relação à base do crânio.

- **Comprimento da maxila (Co-A)** - distância entre Co e A. Deverá existir uma proporção em relação à mandíbula. Num indivíduo pequeno a média é 85mm, num indivíduo médio é 94mm e num indivíduo grande é 100mm. Quando o valor é superior à média respectiva verifica-se um aumento do comprimento da maxila, quando o valor é inferior à média verifica-se uma diminuição do comprimento da maxila e quando este é igual ao valor considerado médio verifica-se um normal comprimento da maxila.
- **Comprimento da mandíbula (Co-Gn)** - distância entre Co e Gn. Deverá existir uma proporção em relação à maxila. Num indivíduo pequeno a média é 106,5mm, num indivíduo médio é 122,5mm e num indivíduo grande é 131,5mm, todos eles com 1,5mm de desvio-padrão. Quando o valor é superior à média respectiva verifica-se um aumento do comprimento da mandíbula, quando o valor é inferior à média verifica-se uma diminuição do comprimento da mandíbula e quando este é igual ao valor considerado médio verifica-se um normal comprimento da mandíbula.
- **Relação entre a maxila e a mandíbula ([A-Co]-[Co-Gn])** - diferença entre [A-Co] e [Co-Gn] (distâncias). Num indivíduo pequeno os valores considerados normais variam de 20 a 23mm, num indivíduo de tamanho médio variam de 26 a 30mm e num indivíduo grande variam de 30 a 33mm. Quando o valor é superior ou inferior à média respectiva verifica-se uma desproporção entre o comprimento da mandíbula e da maxila sendo que quando o valor se encontra no intervalo considerado normal verifica-se uma proporção entre o comprimento da maxila e da mandíbula.
- **Altura facial antero-inferior (Me-Ans)** - distância entre Me e Ans. O valor médio é 70mm com desvio-padrão de 10mm. Quando o valor é superior a 80mm verifica-se um aumento da altura facial anteroinferior, quando o valor é inferior a 60mm verifica-se uma diminuição da altura facial anteroinferior e quando este se encontra no intervalo de 60 a 80mm, verifica-se uma normal altura facial anteroinferior. McNamara advogou uma relação direta entre a o comprimento da maxila e da mandíbula e a respetiva altura facial anterior.
- **Ângulo do plano mandibular (<OrPo-GoMe)** - ângulo entre Or-Po e Go-Me . A média é 22° com desvio-padrão de 4°. Quando o valor é superior a 26° verifica-se uma hiperdivergência mandibular, quando este é inferior a 18°, verifica-se uma hipodivergência mandibular e quando o valor é igual a 25° verifica-se uma normodivergência mandibular.
- **Ângulo do eixo facial (<NBa-PtGn)** - ângulo entre N-Ba e Pt-Gn. A média é 90°. Quando o valor é superior a 90° verifica-se um crescimento mandibular com predominância vertical e portanto uma hiperdivergência mandibular, quando este é inferior a 90°, verifica-se um crescimento mandibular com predominância horizontal e portanto uma hipodivergência mandibular e quando o valor é igual a 90° verifica-se um crescimento mandibular médio e normodivergência mandibular.

Análise dentária

- **Relação anteroposterior do incisivo superior em relação à maxila (Aperp-Ics)** - distância entre as verdadeiras verticais em A e Ui. A média é 5mm com desvio-padrão de 1mm. Quando o valor é superior a 6mm verifica-se uma protrusão do incisivo superior, quando o valor é inferior a 4mm verifica-se uma retrusão do incisivo superior e quando este se encontra no intervalo de 4 a 6mm verifica-se numa normoposição anteroposterior do incisivo superior.
- **Relação vertical do incisivo superior com o lábio superior (lui-UI)** - distância entre a verdadeira horizontal em lui e Sts. A média é 2,5mm com desvio-padrão de 0,5mm. Quando o valor é superior a 3mm verifica-se uma extrusão do incisivo superior ou um lábio curto, quando este é inferior a 2mm verifica-se um intrusão do incisivo superior ou um lábio longo, e quando este se encontra no intervalo de 2 a 3mm verifica-se um incisivo verticalmente bem posicionado e/ou um lábio com comprimento normal.
- **Relação antero-posterior do incisivo inferior em relação A-Pg** - distância entre Li e A-Pg. A média é 2mm com desvio-padrão de 1mm. Quando o valor é superior a 3mm verifica-se uma protrusão do incisivo inferior, quando o valor é inferior a 1mm verifica-se uma retrusão do incisivo inferior e quando o valor se encontra no intervalo de 1 a 3mm verifica-se uma normoposição anteroposterior do incisivo inferior.
- **Relação vertical do incisivo inferior com o plano oclusal** - distância entre Ili e o plano oclusal. A média é 1,3mm com desvio-padrão de 0,5mm. Quando o valor é superior a 1,3mm verifica-se uma extrusão do incisivo inferior, quando este é inferior a 1,3mm verifica-se um intrusão do incisivo superior e quando este se encontra no intervalo de 2 a 3mm verifica-se um incisivo verticalmente bem posicionado.

Análise cutânea

- **Ângulo Nasolabial** - ângulo entre Cm-Sn e Sn-UI. A média é 102° com desvio-padrão de 8°. Quando o valor é superior a 110° verifica-se um aumento do ângulo nasolabial, que pode ser subentendido como um lábio superior retro-inclinado, um nariz “aprumado” ou ambos, quando este é inferior a 110° verifica-se uma redução do ângulo nasolabial que pode ser subentendida como um lábio superior proeminente, um nariz “declinado” ou ambos. Quando o valor é igual a 110° verifica-se um ângulo nasolabial normal. O diagnóstico diferencial do fator responsável pelo ângulo nasolabial anormal realiza-se com a inclinação do lábio superior, esclarecida no ponto seguinte.
- **Inclinação do lábio superior** - ângulo entre a verdadeira vertical em N e Sn-UI. A média é 14° com desvio-padrão de 8°. Quando o valor é superior a 22° verifica-se um lábio superior proeminente, quando este é inferior a 6° verifica-se um lábio superior retro-inclinado e quando este se encontra no intervalo de 6 a 22° verifica-se uma normal inclinação do lábio superior.

(4, 14)

7. Análise de Arnett e Bergman

Análise frontal

- **Forma facial** - a proporção altura:largura da face é de 1,3:1 para as mulheres e de 1,35:1 para os homens. Esta pode ser descrita artisticamente como: larga ou fina; curta ou alongada; redonda ou oval; e quadrada ou retângular.
- **Nivelamento/paralelismo facial** - paralelismo entre a linha interpupilar, a linha dos caninos superiores, a linha dos caninos inferiores e a linha do queixo.
- **Linha média** - a ponte nasal (NB), a ponta do nariz (NT), o filtro labial (F), a linha interincisiva superior (UIM), a linha interincisiva inferior (LIM) e o ponto médio do queixo (Me') devem ser colineares com a linha media facial.
- **Terços faciais** - divisão da face em 3 terços faciais, o terço superior localizado entre a raiz dos cabelos e as arcadas supraciliares, o terço médio, localizado entre as arcadas supraciliares e o ponto subnasal, e o terço inferior da face localizado entre o ponto subnasal e o mento. Idealmente deverá haver proporção entre os terços faciais. A norma de cada terço facial varia entre 55 e 65mm.
- **Terço inferior da face**
 - **Altura do lábio superior e inferior** - distância entre Sn e ULI enquanto que a altura do lábio inferior é definida como a distância entre LLI e Me'. A media da altura do lábio superior é 19 a 22mm e do lábio inferior é 38 a 44mm.
 - **Posição do incisivo em relação ao lábio superior em repouso** - distância entre ULI e o bordo incisal do incisivo superior. A média varia entre 1 e 5mm.
 - **Espaço interlabial** - distância entre ULI e LLS, com ambos os lábios em repouso. A média varia entre 1 a 5mm.
 - **Selamento labial** - avaliação da base do nariz, do aspeto do lábio superior e da contração dos músculos mentunianos durante o selamento labial. Em casos de excesso vertical maxilar o lábio superior fica estirado, a base do nariz fica curva e é notória a contração dos mentunianos.
 - **Linha labial em sorriso** - o sorriso deverá expor no mínimo $\frac{3}{4}$ da coroa dentária e no máximo 2mm de gengiva.

Análise de perfil

- **Ângulo de perfil facial (<G'SnPg')** - ângulo entre G'-Sn e Sn-Pg'. Valores entre 165 a 175° indicam classe I oclusal, valores inferiores a 165° indicam classe II e valores superiores a 175° indicam classe III.

- **Ângulo naso-labial (<CSnULA)** - ângulo entre C-Sn e Sn-ULA. Valores entre 85 a 105° indicam ângulo naso-labial normal, valores superiores a 105° indicam ângulo naso-labial aumentado e ângulos inferiores a 85° indicam ângulo naso-labial reduzido.
- **Ângulo do contorno do sulco maxilar** - usualmente é ligeiramente curvo dando informação relativa à tensão do lábio superior. Lábios flácidos correspondem a uma curvatura acentuada e, frequentemente, a lábios finos (12-20mm de espessura). Pelo contrário, lábios mais grossos (>20mm) estão geralmente associados a curvaturas reduzidas.
- **Ângulo do contorno do sulco mandibular** - usualmente é ligeiramente curvo, sendo indicativo de tensão labial normal e classe I esquelética. Em classes II esqueléticas, deficiências verticais mandibulares e apinhamentos do 5° sextante, a curvatura tem tendência a aumentar. Classes III esqueléticas podem estar associadas a contornos mais ligeiros.
- **Posição da borda orbital** - distância antero-posterior entre OR e Gb. Identifica a posição antero-posterior da maxila. Em média Gb encontra-se 2 a 4mm para anterior de OR. Valores inferiores a 2mm podem ser indício de avanço maxilar enquanto que valores superiores a 4mm poderão indicar retrusão maxilar.
- **Contorno da bochecha** - é um dos principais indicadores de retrusão maxilar e requer análise frontal e lateral em simultâneo. Idealmente deve ser curvo e deve iniciar-se na porção anterior da orelha, estender-se anteriormente até CP e antero-inferiormente até MxP.
 - **Vista lateral:** CP deve encontrar-se 20-25mm abaixo e 5-10mm à frente de OC;
 - **Vista frontal:** CP deve encontrar-se 20-25mm abaixo e 5-10mm a distal de OC.
- **Contorno naso-labial** - é indicativo da posição antero-posterior da maxila e da mandíbula e requer análise frontal e lateral em simultâneo. A posição antero-posterior da maxila é indicada principalmente pelo ponto MxP.
 - Contornos côncavos ou retos no MxP são indício de retrusão maxilar;
 - Contornos interrompidos na zona do lábio superior são indício de protrusão mandibular.
- **Projeção nasal** - distância, na horizontal, entre Sn e NT. A projeção nasal é indicador da posição antero-posterior do maxilar. A norma varia de 16 a 20mm. Quando o valor é inferior a 16mm contraindica o avanço maxilar.
- **Comprimento e contorno da garganta** - distância entre NTP e Me'. Não apresenta normas no entanto é importante para o planeamento cirúrgico na medida que pacientes com TL-Mn' curtos não são bons candidatos para retrusão mandibular.
- **Posição labial em relação a Sn-Pg'**
 - UL-SnPg' - distância entre Sn-Pg' e UL. A norma é 3,5mm com desvio-padrão de 1,4mm. Quando o valor é superior a 4,9mm verifica-se um avanço do lábio superior, quando o valor é inferior a 2,1mm verifica-se um recuo do lábio superior,

e quando o valor se encontra entre 2,1 e 4,9mm verifica-se um lábio superior antero-posterior bem posicionado;

- LL-SnPg' - distância entre Sn-Pg' e LL. A norma é 2,2mm com desvio-padrão de 1,6mm. Quando o valor é superior a 3,8mm verifica-se um avanço do lábio inferior, quando o valor é inferior a 0,6mm verifica-se um recuo do lábio inferior, e quando o valor se encontra entre 2,1 e 4,9mm verifica-se um lábio inferior antero-posterior bem posicionado.

(16, 17)

8. Análise de Coimbra

Análise esquelética

- **<SNA**- ângulo entre S-N e N-A. A norma é 82° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 84° a maxila encontra-se avançada, quando este for inferior de 80° a maxila encontra-se recuada e quando este se encontra entre 80° e 84° a maxila encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **<SNB**- ângulo entre S-N e N-B. A norma é 80° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 82° a mandíbula encontra-se avançada, quando este for inferior de 78° a mandíbula encontra-se recuada e quando este se encontra entre 80° e 84° a mandíbula encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **<ANB** - ângulo entre A-N e N-B. A norma é 2° com desvio-padrão de 2°. Quando o valor for superior a 4° refere-se uma classe II esquelética, quando este for inferior de 0° refere-se uma classe III esquelética e quando este se encontra entre 0° e 4° refere-se uma classe I esquelética;
- **<SNP_g** - ângulo entre S-N e N-Pg. A norma é 81° com desvio-padrão de 3°. Quando o valor for superior a 84° o queixo encontra-se avançado, quando este for inferior de 78° o queixo encontra-se recuado e quando este se encontra entre 78° e 84° o queixo encontra-se numa posição antero-posterior normal;
- **<NSBa** - ângulo entre N-S e S-Ba. A norma é 130°. Quando o valor for superior a 130° verifica-se um aumento do ângulo da base do crânio, quando este for inferior de 130° verifica-se uma diminuição do ângulo da base do crânio, e quando este é igual a 130° verifica-se um ângulo da base do crânio normal.

Análise dentária

- **<NL-NSL** - ângulo entre Ans-Pns (NL) e S-N (NSL). A norma é 8,5°. Quando o valor for superior a 8,5° verifica-se uma rotação maxilar posterior, quando este for inferior a 8,5° verifica-se uma rotação maxilar anterior e quando é igual a 8,5° verifica-se uma rotação maxilar média;

- **<ML-NSL** - ângulo entre tGo-Me (ML) e S-N (NSL). A norma é 32°. Quando o valor for superior a 32° verifica-se uma rotação mandibular posterior, quando este for inferior a 32° verifica-se uma rotação mandibular anterior e quando é igual a 32° verifica-se uma rotação mandibular média.
- **<NL-ML** - ângulo entre Ans-Pns (NL) e tGo-Me (ML). A norma é 23,5° com desvio-padrão de 5°. Quando o valor for superior a 32° verifica-se uma hiper-divergência maxilo-mandibular, quando este for inferior a 18,5° verifica-se uma hipo-divergência maxilo-mandibular, e quando este se encontra no intervalo de 18,5° a 28,5° verifica-se uma normo-divergência maxilo-mandibular.
- **<Me-tGo-Ar** - ângulo entre Me-tGo e tGo-Ar . A norma é 126°. Quando o valor for superior a 126° verifica-se uma hiper-divergência mandibular, quando este for inferior a 126° verifica-se uma hipo-divergência mandibular, e quando este é igual a 126° verifica-se uma normo-divergência mandibular.

Análise da altura facial

- **$100 \frac{N-Sp'}{Sp-Me}$** - proporção entre a altura do 1/3 médio e o 1/3 inferior da face. A norma é 79. Quando o valor é superior a 79 verifica-se uma desproporção causada por uma diminuição da altura facial inferior, quando este é inferior a 79 verifica-se uma desproporção causada por um aumento da altura facial inferior, e quando este é igual a 79 verifica-se uma proporção entre a altura facial superior e inferior.

Análise da proeminência do queixo

- **Pg-NB** - distância entre Pg e N-B.

Análise dentária

- **<T-⊥** - ângulo entre Iui-Aui e Ili-Ali. A norma é 131° com desvio-padrão de 6°. Quando o valor é superior a 137° verifica-se um aumento do ângulo interincisivo , quando este é inferior a 125°, verifica-se uma redução do ângulo interincisivo e quando o valor se encontra no intervalo de 125 a 137° verifica-se um ângulo interincisivo normal.
- **<⊥-NA** - ângulo entre Iui-Aui e N-A. A norma é 22° com desvio-padrão de 4°. Quando o valor é superior a 26° verifica-se um incisivo superior pro-inclinado, quando este é inferior a 18°, verifica-se incisivo superior retro-inclinado e quando o valor se encontra no intervalo de 18° a 26° verifica-se um incisivo superior normo-inclinado.
- **<T-NB** - ângulo entre Ili-Ali e N-B. A norma é 25° com desvio-padrão de 2,5°. Quando o valor é superior a 27,5° verifica-se um incisivo inferior pro-inclinado, quando este é inferior a 22,5°, verifica-se incisivo inferior retro-inclinado e quando o valor se encontra no intervalo de 22,5° a 26° verifica-se um incisivo inferior normo-inclinado.
- **⊥-NA** - distância entre Uiv e N-A. A norma é 4mm com desvio padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 6mm verifica-se um incisivo superior protruído, quando este é inferior a 2mm verifica-

se um incisivo superior retruído, e quando este se encontra entre 2 a 6mm verifica-se uma normo-posição antero-posterior do incisivo superior.

- **T-NB** - distância entre Liv e N-B. A norma é 4mm com desvio-padrão de 1mm. Quando o valor é superior a 5mm verifica-se um incisivo inferior protruído, quando este é inferior a 3mm verifica-se um incisivo inferior retruído, e quando este se encontra entre 3 a 5mm verifica-se uma normo-posição antero-posterior do incisivo inferior.

Análise cutânea

- **UL-EL** - distância entre Pro-Pg' e UL. A norma é -2mm. Quando o valor é superior a -2mm verifica-se um avanço do lábio superior, quando o valor é inferior a -2mm verifica-se um recuo do lábio superior, e quando o valor é igual a -2mm verifica-se um lábio superior normo-posicionado;
- **LL-EL** - distância entre Pro-Pg' e LL. A norma é 0mm. Quando o valor é superior a 0mm verifica-se um avanço do lábio inferior, quando o valor é inferior a 0mm verifica-se um recuo do lábio inferior, e quando o valor é igual a 0mm verifica-se um lábio inferior normo-posicionado;
- **<UL-Sn-Nm** - ângulo entre UL-Sn e Sn-Nm. A norma é 110°. Quando o valor é superior a 110° verifica-se um aumento do ângulo naso-labial e um potencial avanço maxilar, quando este é inferior a 110° verifica-se uma diminuição do ângulo naso-labial e uma potencial retrusão maxilar, e quando este é igual a 110° verifica-se um normal ângulo naso-labial e uma maxila com uma potencial posição antero-posterior normal;
- **Sn-UL** - distância entre UL e a verdadeira vertical em Sn. A norma é 3,5mm com desvio-padrão de 1,5mm. Quando o valor é superior a 5mm implica um lábio superior avançado, quando este é inferior a 2mm verifica-se um lábio superior retruído, e quando este se encontra no intervalo de 2 a 5mm verifica-se um lábio superior antero-posteriormente normo-posicionado;
- **Sn-LL** - distância entre LL e a verdadeira vertical que em Sn. O valor médio é 1mm com desvio-padrão de 1mm. Quando o valor é superior a 2mm implica um lábio inferior avançado, quando este é inferior a 0mm verifica-se um lábio inferior retruído, e quando este se encontra no intervalo de 0 a 2mm verifica-se um lábio inferior antero-posteriormente normo-posicionado;
- **Sn-Pg** - distância entre Pg' e a verdadeira vertical que passa em Sn. O valor médio é -2mm com desvio-padrão de 2mm. Quando o valor é superior a 0mm implica um queixo avançado, quando este é inferior a -4mm verifica-se um queixo retruído, e quando este se encontra no intervalo de -4 a 0mm verifica-se um queixo antero-posteriormente normo-posicionado.

(18)

Alguns dos valores referidos como médios são aproximações e estimativas dos valores cedidos pelos autores uma vez que alguns estudos apresentavam valores médios incongruentes com o intervalo de valores considerado normal.