

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO TRATAMENTO ORTODÔNTICO COM ALINHADORES TRANSPARENTES DE ACORDO COM O OGS (OBJECTIVE GRADIN SYSTEM) DO AMERICAN BOARD OF ORTHODONTICS (ABO): ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO

Evaluation of the effectiveness of orthodontic treatment with clear aligners according to the OGS (Objective Grading System) of the American Board of Orthodontics (ABO): Prospective cohort study.

Fabiana Bonin¹, Roberto Shimizu², Priscilla Vieira³, Ana Cláudia Melo⁴, Ricarda Duarte da Silva⁵.

1 Mestre e Especialista em Ortodontia pela Faculdade Ilapeo; Doutoranda em Ortodontia pela Faculdade Ilapeo; Curitiba, Paraná – Brasil.

2 Mestre, Doutor e Pós-Doutorado em Ortodontia. Coordenador do curso de especialização em Ortodontia pela Faculdade Ilapeo; Curitiba, Paraná – Brasil.

3 Mestre em Clínica Odontológica, concentração em Ortodontia; Doutoranda em Ortodontia pela Faculdade Ilapeo; Curitiba, Paraná – Brasil.

4 Mestre, Doutora e Pós-Doutorada em Ortodontia. Professora da Faculdade Ilapeo; Curitiba, Paraná – Brasil.

5 Mestre e Doutora em Ciências Odontológicas. Professora do Departamento de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de Ponta Grossa, Paraná – Brasil.

Resumo

O objetivo desse estudo de coorte prospectivo foi avaliar a eficácia do tratamento ortodôntico com alinhadores ClearCorrect de acordo com OGS (*Objective Grading System*) do *American Board of Orthodontics* (ABO) e se há relação entre a complexidade inicial com a qualidade de finalização. **Método:** Foram avaliados 46 pacientes adultos que trataram ambos os arcos com alinhadores ClearCorrect e que não utilizaram mecânicas acessórias. O Índice de Discrepância (ID) do ABO foi utilizado para avaliar a complexidade inicial dos casos, sendo 15 pacientes do grupo leve, 22 moderados e 9 complexos. O OGS avaliou a qualidade de finalização. **Resultados:** A maioria dos pacientes eram Classe I (76,09%). A média de pontuação para o ID foi 11,65 e para o OGS foi de 11,22. Contatos interproximais e alinhamento anterior foram os critérios que obtiveram maior porcentagem de casos com pontuação zero para o OGS (97,83 e 84,78% respectivamente). A altura da crista marginal, inclinação vestibulo-lingual mandibular e angulação radicular foram os critérios que obtiveram maior pontuação para OGS, apenas 36,96%, 30,43% e 15,22% obtiveram pontuação zero, respectivamente. **Conclusões:** Os alinhadores ortodônticos da ClearCorrect são capazes de finalizar adequadamente os casos simples, moderados e complexos, independente dos pacientes terem utilizado aparelho ortodônticos previamente ou não, sendo menos eficazes em corrigir a altura da crista marginal e a angulação radicular. O único critério do OGS que teve diferença estatisticamente relevante, em relação a complexidade, foi a inclinação vestibulo-lingual mandibular.

Palavras-Chave: Tratamento ortodôntico; Alinhadores transparentes; ClearCorrect; Má-oclusões dentárias; Eficácia.

Abstract

The objective of this prospective cohort study was to evaluate the effectiveness of orthodontic treatment with ClearCorrect aligners according to the OGS (*Objective Grading System*) of the *American Board of Orthodontics* (ABO) and whether there is a relationship between the initial complexity and the quality of finalization. **Method:** 46 adult patients who had both arches treated with ClearCorrect aligners and who did not use accessory mechanics were evaluated. The ABO Discrepancy Index (DI) was used to evaluate the initial complexity of the cases, with 15 patients in the mild group, 22 moderate and 9 complex. The OGS evaluated the quality of finalization. **Results:** Most patients were Class I (76.09%). The average score for the ID was 11.65 and for the OGS it was 11.22. Interproximal contacts and anterior alignment were the criteria that obtained the highest percentage of cases with a zero score for the OGS (97.83 and 84.78% respectively). The height of the marginal crest, mandibular buccolingual inclination and root angulation were the criteria that obtained the highest score for OGS, only 36.96%, 30.43% and 15.22% obtained a score of zero, respectively. **Conclusions:** ClearCorrect orthodontic aligners are capable of adequately finishing simple, moderate and complex cases, regardless of whether patients have previously used orthodontic braces or not, being less effective in correcting the height of the marginal crest and root angulation. The only OGS criterion that had a statistically relevant difference, in relation to complexity, was the mandibular buccolingual inclination.

Keywords: Orthodontic treatment; Transparent aligners; ClearCorrect; Dental malocclusions; Efficiency.

ENVIADO:05/07/2024; ACEITO: 13/09/2024; REVISADO: 27/11/2024

Contato: fabonin@yahoo.com.br

Introdução

Os principais motivos para a crescente busca dos pacientes por alinhadores ortodônticos incluem a preocupação com a estética e o conforto³⁴. Além disso, esses dispositivos também contribuem para a melhoria dos índices de higiene oral²⁶, podem causar menor incidência de reabsorção radicular²⁰, resultam em níveis reduzidos de dor nos primeiros dias do tratamento⁶ e causam menos lesões aos tecidos moles como bochecha, lábios e língua, promovendo uma melhor qualidade de vida para os pacientes²³. Adicionalmente, podem proporcionar um tratamento mais rápido para algumas má oclusões, demandar um menor número de consultas, incluindo as de emergências, e reduzir o tempo total de cadeira do profissional³.

Os progressos tecnológicos na odontologia, que abrangem os aprimoramentos de softwares e de escâneres intraorais, viabilizaram a implementação dos alinhadores ortodônticos no mercado odontológico¹⁹. Além disso, o avanço no desenvolvimento de materiais mais modernos, como os de tripla camada, a introdução dos attachments e a disponibilidade de acessórios, como os bite ramps e recortes para uso de elástico, ampliaram as possibilidades de tratamento, abrangendo desde casos simples até os mais complexos^{1,15,22}. No entanto, é reconhecido que os alinhadores ainda enfrentam desafios em realizar movimentações ortodônticas mais complexas, como as extrusões e rotações²⁹. Contudo, ao empregar técnicas adicionais da ortodontia convencional, é possível alcançar os resultados desejados²⁸.

Através do Índice de Discrepância (ID), idealizado pela American Board of Orthodontics (ABO) em 1998, os casos podem ser classificados e padronizados em relação a complexidade das má-oclusões ortodônticas. Este índice é realizado por meio de mensurações em telerradiografias de perfil e nos modelos de gesso, ou no modelo digital. São medidos: sobressaliência, sobremordida, mordida aberta anterior, mordida aberta lateral, apinhamento, oclusão, mordida cruzada posterior vestibular ou lingual, ângulo ANB, IMPA e ângulo SN-GoGn. Cada medida recebe uma pontuação e a soma desses pontos determina se a complexidade do caso é leve (inferior a 8 pontos),

moderado (de 9 até 16 pontos) ou complexo (acima de 25 pontos)⁴.

O American Board of Orthodontics (ABO) também idealizou o Objective Grading System (OGS) para avaliar a qualidade da finalização do tratamento ortodôntico. São avaliados nos modelos o alinhamento, altura das cristas marginais, inclinações vestibulolinguais, contatos oclusais, relações oclusais, sobressaliência e contatos interproximais; na radiografia panorâmica é avaliada a angulação radicular. Cada critério de avaliação começa com uma pontuação pré-estabelecida que vai sendo descontada de acordo com os desvios dos parâmetros estabelecidos pela ABO. A soma inferior a 30 pontos é considerada um tratamento bem-sucedido e maior que 30 é considerado um tratamento incompleto⁷.

Apesar de os alinhadores ortodônticos terem sido idealizados na década de 90 ainda hoje carecemos de dados na literatura que comprovem sua capacidade em tratar com eficiência e eficácia todos os tipos de má-oclusões, pois ainda não se tem certeza se os alinhadores são capazes alcançar os objetivos do tratamento ortodôntico. A fim de avaliar a eficiência dos alinhadores, este estudo teve como objetivos: (1) Avaliar a qualidade da finalização de casos tratados com alinhadores ortodônticos; (2) Identificar se há relação entre a complexidade inicial do caso e a qualidade da finalização.

Materiais e Métodos

Foram incluídos neste estudo retrospectivo os pacientes que buscaram tratamento ortodôntico na clínica da Faculdade Ilapeo, no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2021, que aceitaram fazer parte do estudo e que assinaram o termo de consentimento informado livre e esclarecido antes de começar o tratamento.

Crerios Éticos: Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Ilapeo, parecer 3.825.177. Foram tomados todos os cuidados éticos, bem como o respeito aos direitos da pessoa humana e o cuidado com o anonimato. Também foram atendidos os critérios da Resolução

196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde.

Crítérios de Inclusão e exclusão: Foram incluídos os pacientes com idade de 18 anos ou mais, que trataram ambos os arcos com alinhadores dentários e que não receberam tratamento ortodônticos previamente nos últimos dois anos. Foram excluídos os casos em que os pacientes realizaram cirurgia ortognática; pacientes que utilizaram as seguintes mecânicas acessórias: elásticos de classe II e III, botões e elásticos para extrusão, correção de mordida cruzada e para correção de rotação. Também foram excluídos casos em que os modelos digitais e radiografias panorâmicas não apresentam qualidade para realizar as medidas.

Desta forma, foram selecionados 46 pacientes adultos (> 18 anos, média 33 anos), de ambos os sexos (26 do sexo feminino e 20 do sexo masculino), com indicação de tratamento ortodôntico e que aceitaram fazer parte dessa pesquisa (Figura 1).

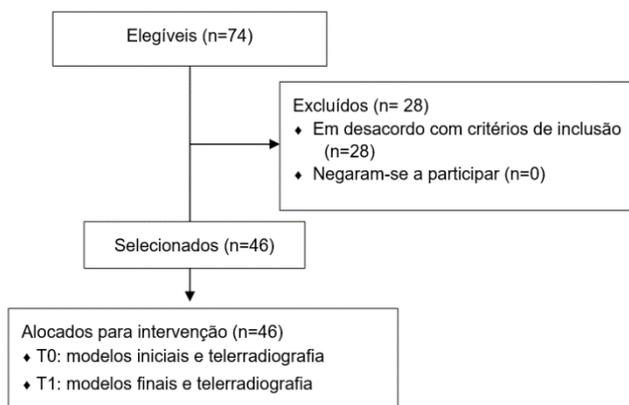


Figura 1: Fluxograma de seleção da amostra.

Procedimentos do estudo:

A fim de realizar o diagnóstico e planejamento, todos os pacientes fizeram a documentação ortodôntica, inicial (T0) e final (T1), composta por fotografias faciais e intrabucais, radiografias (panorâmica, periapicais e telerradiografia de perfil) e modelos ortodônticos digitais (superior, inferior e em oclusão). O scanner

utilizado foi o Scanner Trios 3 Classic (3 shape, Copenhagen, Dinamarca).

Uma vez que ainda não há uma metodologia digital adequada que possa ser utilizada para avaliar todas as variáveis do OGS em modelos digitais¹⁵, neste estudo optou-se por imprimir os modelos virtuais iniciais e finais. Os modelos ortodônticos digitais foram impressos na impressora Rapid Shape D100+ (Rapid Shape, Heimsheim, Alemanha) com a resina para impressora 3D Cosmos Dental Model SLA (Yller, Curitiba, Brasil).

Todos os participantes da pesquisa foram tratados com os alinhadores da marca ClearCorrect (Straumann, Paraná, Brasil). Portanto, após obtenção da documentação, realizou-se o planejamento no Portal do doutor da ClearCorrect e obteve-se o setup virtual. Posteriormente a aprovação, os alinhadores foram produzidos.

Os pacientes foram orientados a utilizarem o aparelho continuamente, removendo apenas para alimentação, totalizando 22 horas de uso por dia.

As trocas dos alinhadores foram efetuadas a cada 2 semanas e as consultas de acompanhamento ocorreram a cada 4 semanas. A finalidade dos retornos consistia em avaliar a evolução das movimentações, de acordo com o planejamento virtual, e para a executar a colagem de attachments e IPR (Interproximal Reduction).

A classificação da complexidade foi realizada de acordo com o índice de Discrepância (ID) do ABO. Para isso, utilizou-se os modelos iniciais impressos (T0) e as telerradiografias de perfil digitais iniciais. Um paquímetro digital calibrado foi aplicado para aferir os modelos (Absolute, Coolant Proof IP 67, Mitutoyo, Kanagawa, Japão) e as medidas da telerradiografia foram realizadas a partir do traçado cefalométrico no site Webceph (<https://webceph.com/en/>).

Nos modelos mediu-se a: sobressaliência, sobremordida, mordida aberta anterior, mordida aberta lateral, apinhamento, oclusão, e mordida

cruzada posterior (vestibular ou lingual). Nas telerradiografias de perfil digitais mediram-se os ângulos ANB, IMPA e SN-GoGn. Cada uma dessas medições, tanto nos modelos digitais quanto nas telerradiografias, foram pontuadas de acordo com o ID. A pontuação total dessas medições determina em que grupo os casos se encaixam: Grupo 1 – Leve (Discrepância < 8 pontos); Grupo 2 – Moderado (Discrepância entre 9 e 16 pontos); Grupo 3 – Complexo (Discrepância maior que 17).

A classificação da qualidade da finalização ortodôntica foi determinada pelo OGS (Objective Grading System) do American Board of Orthodontics (ABO) através de medidas realizadas nos modelos impressos finais (T1) e nas radiografias panorâmicas finais.

Para analisar as variáveis nos modelos foi utilizado um instrumento de medida, similar a uma régua, fornecido pelo American Board of Orthodontics (ABO) e a avaliação das radiografias panorâmicas digitais foram feitas por meio de análise visual. Nos modelos foram avaliados os seguintes critérios: alinhamento, altura das cristas marginais, inclinações vestibulolinguais, contatos oclusais, relações oclusais, sobressaliência e contatos interproximais. As angulações radiculares foram avaliadas nas radiografias panorâmicas digitais finais por meio de análise visual e suas pontuações foram atribuídas.

A soma dos pontos determinou a qualidade de finalização. Se for inferior a 30 pontos é considerado um tratamento bem-sucedido e maior que 30 é considerado um tratamento incompleto.

Todas as medidas foram realizadas por 2 pesquisadores calibrados. Previamente as mensurações, a fim de calcular os erros intra e inter-examinador, foram selecionados randomicamente 20% da amostra as quais foram reavaliadas pelo examinador com um intervalo de 15 dias.

Análise Estatística: O cálculo amostral foi realizado de acordo com a análise de variância (ANOVA) de um fator (one-way) com base nos resultados de um estudo piloto onde foi encontrada uma diferença na eficácia do tratamento de 68%

entre os grupos³³. Por convenção, utilizou-se um erro de 5% e um poder de 80%. O tamanho da amostra foi determinado em 24 pacientes, homoganeamente distribuídos entre os 3 grupos de complexidade (8 pacientes para grupo leve; 8 para o moderado e 8 para o complexo). Este cálculo foi realizado utilizando o GPower 3.1.9.412.

Para a análise estatística da avaliação inter-examinador e intra-examinador, foram calculadas as frequências simples e relativas das variáveis, com objetivo de verificar as respostas dos observadores. Também foram feitas análises entre os observadores em cada tempo (inter-examinador) e entre os tempos de cada avaliador (intra-examinador). Para as variáveis com até 4 categorias foi calculado o coeficiente de Kappa de Cohen para avaliar a concordância entre dois observadores ao classificar itens em categorias. Para as variáveis com 5 ou mais categorias, realizou-se a análise de Bland-Altman para determinar o erro, desvio padrão do erro e os limites de concordância, seus intervalos de confiança (95%), outliers e tendências. O nível de significância utilizado foi de 5% e todas as análises foram realizadas no ambiente R 4.1.018. A concordância obtida entre os observadores foi acima de 90% na maioria dos parâmetros e os erros estimados foram considerados de baixa magnitude, desta forma, podem-se concluir que os observadores estavam calibrados.

Para a análise estatística dos resultados, foi realizada uma análise descritiva dos dados, incluindo a estimativa da média, mediana, desvio padrão, percentis 25% e 75% e intervalo de confiança de 95% das variáveis quantitativas. Além disso, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a aderência desses dados à distribuição normal. O teste de ANOVA de um fator foi utilizado para comparar a média de três ou mais grupos independentes. Para situações em que as suposições do teste de ANOVA de um fator não são atendidas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Havendo significância estatística para o resultado do teste de Kruskal-Wallis, foram realizados testes post hoc de comparações múltiplas com ajuste de Bonferroni. Para verificar a associação entre duas variáveis quantitativas foi utilizado o teste de correlação de Spearman. O nível de significância utilizado foi de 5% e todas as análises foram realizadas no ambiente R 4.1.027.

Retorno aos Avaliados: os sujeitos da amostra têm acesso aos resultados, se for de seu interesse.

Resultados

Participaram deste estudo 46 pacientes, sendo 26 (56,52%) do sexo feminino e 20 (43,48%) do sexo masculino, cuja média de idade foi de 33 anos (DP=5,59). Notou-se que 76,09% dos participantes já haviam realizado tratamento ortodôntico prévio há mais de 2 anos e que a média do tempo de tratamento com os alinhadores foi de 12 meses (DP= 6,27).

Para as variáveis quantitativas do Índice de Discrepância (ID) o resultado para as médias para apinhamento foi de -1.83mm (DP=3.07mm), sobressaliência: 2,96mm (DP=1,15); sobremordida: 2,59mm (1,23), ANB: 2,99° (DP=2,5); IMPA: 96,52° (DP=7,73) e Sn-GoGn: 29,47° (DP=5,03).

Em relação a classificação de Angle, 76,09% da amostra foi composta por pacientes classe I (Tabela I) e 69,57% dos participantes apresentaram outras condições, que contribuíram para a elevação da pontuação do ID, tais como: Desvio de linha média (45,65%); Desvio de linha média e 1 ausência dentária (10,87%); Desvio de linha média e 2 ausências dentárias (2,17%); 4 ausências dentárias (2,17%); 10 ausências dentárias (2,17%); desvio de linha média e anomalia de forma (2,17%); e desvio de linha média com 1 ausência dentária e anomalia de forma (4,35%).

Quanto as demais medidas (Tabela I), notou-se que 54,35% possuíam sobressaliência normal (1 a 3mm) e 60,87% sobremordida normal (0 a 3mm). Nenhum paciente possuía mordida aberta lateral ou mordida cruzada vestibular e 6,52% dos pacientes tinham apinhamento maior que 7mm.

Tabela I: Estatística descritiva das variáveis Índice de Discrepância (ID) e suas respectivas pontuações.

IC 95%					
Variável	Pontos	N	%	Inf	Sup
Sobressaliência	0 (1-3mm)	25	54,35	40,18	67,85
	1 (topo a topo)	2	4,35	1,2	14,53
	2 (3,1 – 5mm)	17	36,96	24,52	51,4
	3 (5,1 – 7mm)	2	4,35	1,2	14,53
Sobremordida	0 (0-3mm)	28	60,87	46,46	73,61
	1 (0mm)	1	2,17	0,38	11,34
	2 (3,1 – 5mm)	17	36,96	24,52	51,4
Mordida aberta anterior	0 (normal)	38	82,61	69,28	90,91
	1 (1 dente topo)	4	8,7	3,43	20,32
	2 (2 dentes topo)	1	2,17	0,38	11,34
	3 (1 dente mordida aberta e 1 dente topo)	1	2,17	0,38	11,34
	4 (2 dentes mordida aberta)	1	2,17	0,38	11,34
	6 (2 dentes mordida aberta e 2 dentes de topo)	1	2,17	0,38	11,34
Mordida aberta lateral	0	46	100	92,29	100
Apinhamento	0	11	23,91	13,91	37,94
	1 (1-3mm)	26	56,52	42,25	69,79
	2 (3,1 – 5mm)	6	13,04	6,12	25,67
	7 (>7mm)	3	6,52	2,24	17,5
Oclusão	0 (Classe I)	35	76,09	62,06	86,09
	2 (topo unilateral)	3	6,52	2,24	17,5
	4 (topo bilateral)	1	2,17	0,38	11,34
	4 (Classe II subdivisão)	2	4,35	1,2	14,53
	4 (Classe III subdivisão)	2	4,35	1,2	14,53
	6 (Classe II esquerda e topo direita)	1	2,17	0,38	11,34
	8 (Classe II bilateral)	1	2,17	0,38	11,34
	8 (Classe III bilateral)	1	2,17	0,38	11,34

Outras condições	0	16	34,78	22,68	49,23
	2	19	41,3	28,29	55,66
	4	6	13,04	6,12	25,67
	6	2	4,35	1,2	14,53
	8	2	4,35	1,2	14,53
	20	1	2,17	0,38	11,34
ANB	0	28	60,87	46,46	73,61
	4	6	13,04	6,12	25,67
	5	11	23,91	13,91	37,94
	8	1	2,17	0,38	11,34
IMPA	0	26	56,52	42,25	69,79
	1	2	4,35	1,2	14,53
	2	3	6,52	2,24	17,5
	3	5	10,87	4,73	23,04
	5	1	2,17	0,38	11,34
	6	2	4,35	1,2	14,53
	7	4	8,7	3,43	20,32
	8	1	2,17	0,38	11,34
	9	1	2,17	0,38	11,34
	16	1	2,17	0,38	11,34
SN-GoGn	0	29	63,04	48,6	75,48
	1	13	28,26	17,32	42,55
	2	3	6,52	2,24	17,5
	4	1	2,17	0,38	11,34
Mordida cruzada posterior Vestibular	0	46	100	92,29	100
Mordida cruzada posterior Lingual	0	43	93,47	79,68	96,57
	2 (1 dente cruzado)	2	4,35	1,2	14,53
	8 (4 dentes cruzados)	1	2,17	0,38	11,34

N= frequência absoluta; %= frequência relativa; Inf= intervalo de confiança inferior; Sup= intervalo de confiança superior.

Avaliando a pontuação total de cada paciente, quanto ao ID, notou-se que 13,04% obtiveram pontuação total de 10 pontos, e somente 2,17% (1 participante) obteve 31 pontos. A média de pontos para o ID foi de 11,65 com desvio padrão de 6,36.

No total, 15 pacientes (32,61%) fizeram parte do grupo 1 – Leve (ID < 8 pontos); 22 pacientes (47,83%) do grupo 2 – Moderado (ID entre 9 e 16

pontos) e 9 pacientes (19,57%) do grupo 3 – Complexo (ID maior que 17).

Quanto a qualidade de finalização, de acordo com o índice OGS, obteve-se que 97,83% dos casos finalizaram com contatos interproximais adequados; 84,78% com bom alinhamento anterior; 71,74% com contatos oclusais adequados; 58,70% finalizaram com boa relação oclusal e 52,17% com bom alinhamento posterior. Os critérios que obtiveram maiores pontuações, que tornaram os casos incompletos, foram a altura das cristas marginais, em que apenas 36,96% dos casos finalizaram adequadamente, inclinação vestibulo-lingual mandibular (30,43%) e a inclinação radicular em que 15,22% dos casos finalizaram com todas as raízes paralelas ao plano oclusal (Tabela II).

Tabela II: Estatística descritiva das variáveis OGS e suas pontuações.

Variável	Pontos	IC 95%			
		N	%	Inf	Sup
Alinhamento Anterior	0	39	84,78	71,78	92,43
	1	7	15,22	7,57	28,22
Alinhamento posterior	0	24	52,17	38,14	65,88
	1	9	19,57	10,65	33,17
	2	5	10,87	4,73	23,04
	3	5	10,87	4,73	23,04
	4	1	2,17	0,38	11,34
	6	2	4,35	1,20	14,53
	8	1	2,17	0,38	11,34
Altura Cristas Marginais	0	17	36,96	24,52	51,40
	1	10	21,74	12,26	35,57
	2	5	10,87	4,73	23,04
	3	7	15,22	7,57	28,22
	4	4	8,70	3,43	20,32
	5	1	2,17	0,38	11,34
Inclinação Vestibulo-Lingual Maxila	0	24	52,17	38,14	65,88
	1	5	10,87	4,73	23,04
	2	9	19,57	10,65	33,17
	3	2	4,35	1,20	14,53
	4	5	10,87	4,73	23,04
	8	1	2,17	0,38	11,34
Inclinação Vestibulo-Lingual Mandibula	0	14	30,43	19,08	44,81
	1	6	13,04	6,12	25,67
	2	13	28,26	17,32	42,55
	3	7	15,22	7,57	28,22
	4	5	10,87	4,73	23,04
	5	1	2,17	0,38	11,34
Relação Oclusal	0	27	58,70	44,34	71,71
	1	7	15,22	7,57	28,22
	2	5	10,87	4,73	23,04
	3	2	4,35	1,20	14,53
	4	2	4,35	1,20	14,53
	5	1	2,17	0,38	11,34
	6	1	2,17	0,38	11,34
	10	1	2,17	0,38	11,34

Sobressaliência Anterior	0	23	50,00	36,12	63,88
	1	8	17,39	9,09	30,72
	2	7	15,22	7,57	28,22
	3	2	4,35	1,20	14,53
	4	4	8,70	3,43	20,32
	5	2	4,35	1,20	14,53
Contatos oclusais	0	33	71,74	57,45	82,68
	1	4	8,70	3,43	20,32
	2	4	8,70	3,43	20,32
	3	1	2,17	0,38	11,34
	4	1	2,17	0,38	11,34
	6	1	2,17	0,38	11,34
Contatos Interproximais	0	45	97,83	88,66	99,62
	1	1	2,17	0,38	11,34
	0	7	15,22	7,57	28,22
Angulação Radicular	1	9	19,57	10,65	33,17
	2	14	30,43	19,08	44,81
	3	5	10,87	4,73	23,04
	4	5	10,87	4,73	23,04
	5	6	13,04	6,12	25,67
	6	6	13,04	6,12	25,67

N= frequência absoluta; %= frequência relativa; Inf= intervalo de confiança inferior; Sup= intervalo de confiança superior.

A média de pontos para o OGS foi de 11,22 com desvio padrão de 4,72, segundo o teste de Shapiro-Wilk, ou seja, todos os casos finalizaram adequadamente. Observou-se que 6,52% obtiveram apenas 1 pontos, 17,39% obtiveram pontuação 12 e somente 1 participante obteve a pontuação máxima que foi de 22 pontos.

Podemos observar na figura 2 a distribuição dos pacientes de acordo com o ID e o OGS.

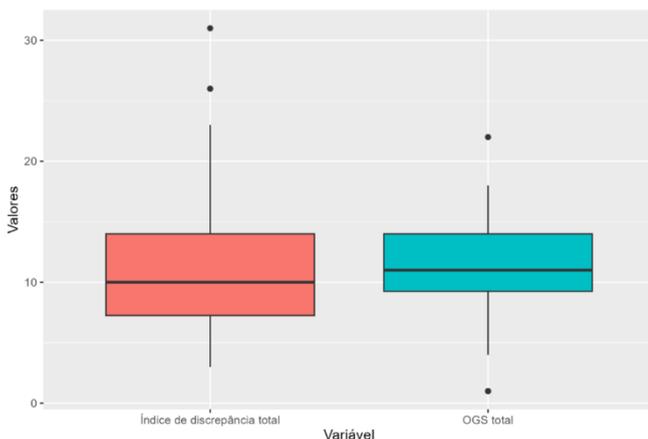


Figura 2. Gráfico de boxplot da Pontuação Total para Índice de Discrepância (ID) e Pontuação total do OGS.

Quando analisamos o OGS em relação ao ID, notamos que a correlação de Spearman foi de -0,07, ou seja, sem evidências estatisticamente significativas ($p=0,659$), indicando que não há

correlação entre o aumento ou diminuição de ambos.

A figura 3 mostra que 1 paciente, cuja pontuação em relação ao ID foi de 31 pontos (grupo 3 – complexo), teve o caso finalizado adequadamente, totalizando 10 pontos em relação ao OGS. Ao mesmo tempo, mostra que 1 paciente cujo ID foi de 20 pontos, também pertencente ao grupo 3 (complexo), teve boa finalização, porém com maior pontuação em relação ao OGS (22 pontos). Evidenciando que não houve correlação entre as duas variáveis.

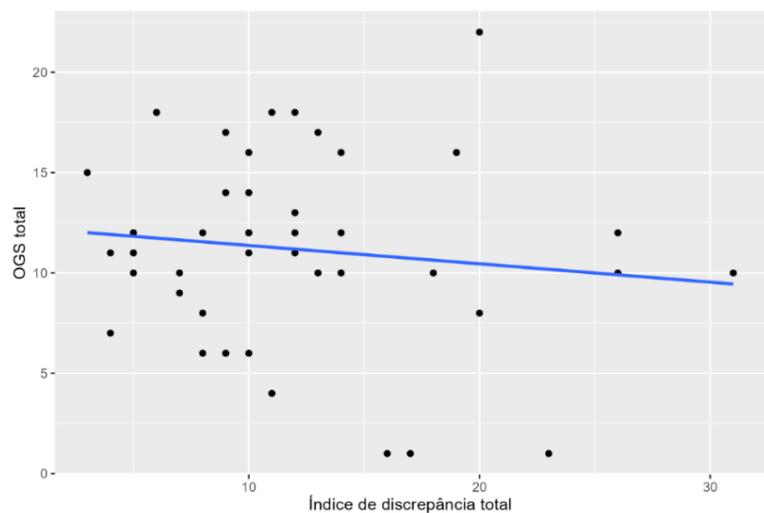


Figura 3: Gráfico de dispersão da variável pontuação total do ID em relação a variável pontuação total do OGS.

Para os pacientes pertencentes grupo 1 (ID leve) a pontuação total média do OGS foi de 11,33 pontos com desvio padrão de 3,50. Para classificação moderada (grupo 2) e complexa (grupo 3) as médias foram de 11,64 e 10 com desvios de 4,70 e 6,61, respectivamente. Ou seja, independente da complexidade, a qualidade de finalização foi semelhante em todos os grupos. Não houve diferença entre os grupos para a variável pontuação total (OGS) ($p=0,582$) (Tabela III).

Tabela III: Estatísticas descritivas da variável pontuação total (OGS) de acordo com o Índice de Discrepância.

Índice de Discrepância												
Variável	Leve				Moderada				Complexa			
	M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ
PT Total (OGS)	11,33	11,00	3,50	2,50	11,64	12,00	4,70	5,50	10,00	10,00	6,61	4

*Teste de ANOVA; M = média; MD = mediana; DP = desvio padrão; IIQ = intervalo interquartil.

A correlação de Spearman foi utilizada para avaliar se haveria diferença de pontuações para o Índice de Discrepância (ID) e OGS separando os pacientes que fizeram dos que não fizeram tratamento ortodôntico prévio e obteve-se que a correlação de Spearman entre as pontuações totais do Índice de Complexidade e OGS em indivíduos que realizaram tratamento ortodôntico prévio foi de -0,08 ($p=0.644$). Para os indivíduos que não realizaram tratamento prévio a correlação foi de -0,24 ($p=0.472$), ou seja, não houve evidências estatísticas significativas de que as correlações são diferentes de 0.

Para a variável pontuação total de OGS, dentre os indivíduos que realizaram tratamento ortodôntico prévio e apresentaram ID leve, a média de pontos foi de 10,75. Para a os casos moderados e complexos as médias de pontuação do OGS foram de 11,20 e 6,33, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os grupos ($p=0,362$).

Para a variável pontuação total de OGS, dentre os indivíduos que não realizaram tratamento ortodôntico prévio e apresentaram Índice de Complexidade leve, a média de pontuação foi de 13,67. Para os casos moderados e complexos as médias foram de 16,00 e 11,83, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os grupos ($p=0,587$).

Ou seja, não houver diferença estatística entre a qualidade de finalização de casos (OGS) de pacientes que fizera ou não fizeram tratamento ortodôntico prévio.

Para as pontuações parciais do OGS, segundo a classificação do Índice de Discrepância, a média da pontuação da inclinação vestibulo-lingual da mandíbula no grupo de ID leve é de 2,60, para a classificação moderada e complexo as

médias foram de 1,23 e 1,33 respectivamente, ou seja, houve evidências estatísticas de que existe diferença entre os grupos ($p=0,008$), portanto a inclinação vestibulo-lingual da mandíbula é a único critério que varia de acordo com a complexidade, enquanto os demais critérios não há diferença, indiferente da complexidade (Tabela IV).

Tabela IV: Estatísticas descritivas das variáveis Pontuação do OGS de acordo com o Índice de Discrepância.

Índice de Discrepância													
Pontuações parciais OGS	Leve				Moderado				Complexo				p-valor
	M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	
Alinhamento Anterior	0,20	0,00	0,41	0,00	0,09	0,00	0,29	0,00	0,22	0,00	0,44	0,00	0,543
Alinhamento posterior	1,67	1,00	2,06	2,50	0,82	0,50	1,01	1,00	0,78	0,00	1,56	0,00	0,290
Altura Cristas Marginais	1,80	2,00	1,37	2,00	1,59	1,00	1,89	3,00	1,33	1,00	2,00	1,00	0,501
Inclinação VL Mx	0,93	0,00	1,22	2,00	1,64	0,00	2,17	3,00	0,78	1,00	0,83	1,00	0,747
Inclinação VL Md	2,60	3,00	1,12	1,50	1,23	1,00	1,45	2,00	1,33	2,00	1,32	2,00	0,008
Relação Oclusal	0,80	0,00	1,47	1,00	1,09	0,00	1,72	1,75	1,78	1,00	3,19	2,00	0,625
Sobressaliência Anterior	0,80	0,00	1,21	1,50	1,64	1,00	1,71	2,75	0,67	0,00	1,32	1,00	0,131
Sobressaliência posterior	0,27	0,00	0,70	0,00	1,55	0,00	2,61	1,75	0,33	0,00	0,71	0,00	0,144
Contatos Interproximais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,33	0,00	0,128
Angulação Radicular	2,27	2,00	1,83	3,00	2,00	2,00	1,41	1,00	2,67	3,00	1,66	1,00	0,538

*Teste de Kruskal-Wallis; M = média; MD = mediana; DP = desvio padrão; IIQ = intervalo interquartil.
** VL – Vestibulo-Lingual; *** Mx – Maxila; **** Md – Mandíbula.

Nesse estudo, constatou-se que 43,48% (20 participantes) não precisaram fazer revisão, enquanto 56,52% (26 participantes) fizeram. Entre os participantes que precisaram de revisões, 26 fizeram 1 vez (56,52%) e apenas 1 realizou 2 vezes, resultando em uma média de 0,59 revisões por participante. A média de alinhadores adicionais nas revisões foi de 3,23, variando de 2 a 13.

Discussão

O presente estudo mostrou que a qualidade de finalização dos casos tratados com alinhadores ClearCorrect foi adequada, pois todos os 46 casos finalizaram com pontuações abaixo de 30, com média de 11,22 pontos (DP: 4,72) segundo o OGS. Estes dados contrapõem a pesquisa realizada por Djeu et al⁹, em que as pontuações médias do OGS obtidas foram de 45, isto é, os alinhadores não foram capazes de finalizar os casos com qualidade. Esta situação pode ser explicada por diversos fatores, tais como a evolução nos materiais e attachments nos últimos anos, bem como a

diferença existente entre as marcas de alinhadores, como o material utilizado e a linha de recorte^{1, 22, 15}. Em relação a linha de recorte, estudos recentes têm demonstrado que a linha alta e reta é mais eficaz na transmissão de forças e que distribui a tensão mais uniformemente em toda a superfície dentária¹⁰, o que pode favorecer a movimentação de corpo¹¹. Uma vez que o estudo de Djeu et al é de 2005⁹, vale ressaltar que neste período os alinhadores utilizados eram de camada única e que ainda não havia sido introduzido os attachments. Além disso, devemos considerar também o aumento da expertise dos profissionais para tratar os casos com alinhadores³². Em estudos mais atuais, encontram-se semelhanças para a pontuação total do OGS, tais como no estudo realizado por Lin et al de 2022²¹ em que a pontuação geral do OGS no final do tratamento foi 12.

Quando observamos os critérios individualmente, nota-se que o parâmetro “altura das cristas marginais” foi o item que obteve maior pontuação, e que apenas 36,96% dos casos receberam pontuação zero, ou seja, os alinhadores não foram capazes de atingir a altura adequada para que as cristas marginais ficassem alinhadas. Provavelmente esse resultado se deve ao fato de os alinhadores serem menos eficientes em efetuarem movimentos extrusivos na região posterior, atingindo em média 30,2% do planejado segundo Zhao et al³⁵, e 40% segundo Haouili et al¹³. Outro possível fator para que as cristas marginais tivessem maiores pontuações é o fato destes objetivos não terem sido planejados nos setups virtuais, uma vez que ao planejar a intenção principal é obter a melhor oclusão possível levando em consideração o encaixe dos dentes e os contatos oclusais finais observados no Pilot.

Buschang et al³, comparou os modelos 3D finais do planejamento virtual com os modelos 3D reais de pós-tratamento de pacientes que utilizaram alinhadores para determinar a precisão em atingir a oclusão idealizada pela American Board of Orthodontics Objective Grading System (ABO OGS). Em sua pesquisa ele encontrou que os modelos pós-tratamento reais tiveram mais pontos perdidos para cada componente do OGS, sendo maiores ($P < 0,001$) para altura das cristas marginais, alinhamento e contatos oclusais. No que tange o critério “alinhamento” e “contatos oclusais”,

o presente estudo atingiu resultados diferentes, uma vez que 84,78% dos pacientes finalizaram com bom alinhamento anterior e 71,74% dos casos alcançaram pontuação zero para contatos oclusais.

Lin et al²¹ avaliou o OGS de casos tratados com aparelhos fixos convencionais e tratados com alinhadores e observou que, ao final do tratamento, os pacientes tratados com alinhadores tiveram melhores pontuações de alinhamento, contatos oclusais, overjet e angulação radicular, enquanto os de aparelho ortodôntico fixo convencional apresentou melhores pontuações da crista marginal. Nossos resultados diferem apenas para o critério “angulação radicular”, uma vez que apenas 15,22% dos casos obtiveram pontuação zero para o OGS.

A previsibilidade da inclinação radicular foi estudada por alguns pesquisadores, tais como Smith et al³⁰ que observou a inclinação dos incisivos inferiores. Os resultados apontaram que 56% dos incisivos alcançaram alguma forma de controle do movimento radicular, sejam por inclinação controlada, movimento radicular ou por translação, porém a eficácia da movimentação radicular foi significativamente menor do que o planejado. Outro estudo realizado por Jiang et al¹⁶, para determinar a eficácia dos alinhadores em obter movimentos dos incisivos em relação a inclinação pura, inclinação controlada, translação e torque, obteve-se que a eficácia média dos movimentos dos incisivos no plano sagital foi de 55,58%, dos quais os movimentos mais previsíveis foi a inclinação pura (72,48%) e o menos foi o torque (35,21%), além disso observou-se que os movimentos radiculares labiais foram mais previsíveis do que os linguais, sendo para os incisivos inferiores mais fáceis de ocorrer do que os superiores. Em relação a inclinação radicular dos dentes posteriores, a literatura carece de estudos para que possamos discutir mais abrangentemente.

Quanto a qualidade de finalização (OGS) em relação a complexidade inicial (ID), o presente estudo mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos leves, moderados e severos, pois todos os casos finalizaram bem. Cansunar et al⁵ também avaliou a relação entre a qualidade de finalização de acordo com a complexidade inicial dos casos, usando o

Índice de Discrepância e o OGS, concluindo que a finalização é afetada pela complexidade inicial do caso, ou seja, pacientes com mordida cruzada posterior vestibular, mordida aberta anterior e mordida cruzada posterior lingual afetaram significativamente no alinhamento, na inclinação vestibulo-lingual e nos contatos oclusais respectivamente no pós-tratamento. Vale ressaltar que para a amostra do nosso estudo, somente 17,39% dos casos apresentavam mordida aberta anterior, 8,7% tinham mordida cruzada por lingual e que não havia na amostra pacientes com mordida cruzada posterior vestibular.

Um estudo realizado por Stroube e Huang³¹ comparou as condições pré-tratamento, as características do tratamento e os resultados de casos selecionados para a fase III do ABO em paciente tratados com bráquetes. O resultado mostrou que o alinhamento, altura das cristas marginais e contatos oclusais foram as características em que mais pontos foram deduzidos do OGS, principalmente em relação aos segundos molares, pois essas foram as áreas mais problemáticas para todos os grupos deste estudo³¹.

Este dado, referente a falta de obtenção do posicionamento adequado nos segundos molares condiz com o achado do presente estudo e corrobora com as observações realizadas por Castroflorio et al⁸.

Outro critério que chamou atenção foi a “inclinação vestibulo-lingual” mandibular, pois observou-se que houve diferença estatística entre os grupos leve, moderado e complexo. Esse dado corrobora a revisão sistemática realizado por Jaber et al¹⁴ cujo objetivo era avaliar a eficácia e eficiência dos alinhadores em tratamentos de casos complexos, envolvendo extração de pré-molares, comparados com aparelhos fixos convencionais. Os resultados mostraram que tanto os alinhadores quanto os aparelhos fixos foram considerados eficazes no tratamento ortodôntico, sendo os aparelhos fixos mais eficazes em obter inclinação vestibulo-lingual.

É importante observar que, embora o OGS seja um método eficaz em avaliar a qualidade de finalização, a obtenção de resultados oclusais

perfeitos não garantem a estabilidade ao longo do tempo, assim como também é importante ter em mente que um melhor assentamento dentário ocorre após a finalização do tratamento ortodôntico²⁵. Segundo Nett and Huang²⁵ as pontuações médias para contatos oclusais, cristas marginais, relações oclusais, overjet e inclinações vestibulo-linguais melhoraram após 6 meses do tratamento. Neste mesmo estudo, os escores globais OGS em pacientes bem finalizados tenderam a piorar enquanto nos considerados mal finalizados tendendo a melhorar. Em contrapartida, na pesquisa realizada por Kuncio et al¹⁸, cujo objetivo foi comparar as alterações dentárias pós-contenção entre pacientes tratados com alinhadores e aqueles tratados com aparelhos fixos convencionais utilizando o OGS, mostrou-se que, em ambos os grupos, o alinhamento total e o alinhamento anterior mandibular pioraram após contenção e que os pacientes tratados com alinhadores recidivaram mais do que aqueles tratados com aparelhos fixos convencionais. Em um estudo mais recente, Lin et al²¹ observou que em tratamento de caso de má-oclusões simples de Classe I os resultados oclusais, 6 meses pós-tratamento, são semelhantes entre paciente que usaram alinhadores e aparelhos fixos, obtendo os mesmos excelentes resultados oclusais segundo o OGS.

O presente estudo não avaliou os pacientes após o uso de contenção, e sim, logo após a finalização, no entanto essas informações são importantes para os profissionais que atuam com alinhadores.

Outro ponto relevante a respeito do OGS é a sua ineficiência em relacionar-se com a estética do sorriso¹⁷, portanto, finalizar um tratamento, segundo os padrões estabelecidos pela ABO OGS, não necessariamente significa que a estética do sorriso foi atingida.

Conclusão:

Todos os casos finalizaram com boas pontuações do OGS, ou seja, tiveram resultados satisfatórios;

Os alinhadores ortodônticos da ClearCorrect são capazes de finalizar adequadamente os casos independente da complexidade.

Agradecimentos: Gostaríamos de expressar nossa sincera e profunda gratidão às doutoras Waleska Furquim e Larissa Trojan. Suas valiosas contribuições, dedicação e expertise foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Agradecemos imensamente pelo constante apoio e pela parceria ao longo de todo o processo, sem os quais este estudo não teria alcançado a mesma qualidade e relevância.

Referências:

1. Bichu YM, Alwafi A, Liu X, Andrews J, Ludwig B, Bichu AY, Zou B. Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioactive Materials*. 2023 Apr;22:384-403. DOI: 10.1016/j.bioactmat.2022.10.006.
2. Buschang PH, Ross M, Shaw SG, Crosby D, Campbell PM. Predicted and actual end-of-treatment occlusion produced with aligner therapy. *Angle Orthod*. 2015 Nov;85(5):723-7. DOI: 10.2319/043014-311.1.
3. Buschang PH, Shaw SG, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod*. 2014 Nov;84(3):391-6. DOI: 10.2319/062113-466.
4. Cangialosi TJ, Riolo ML, Jr, SEO, Dykhove J, Mpffitt AL, Grunn JE, Greco PM et al. The ABO discrepancy index: A measure of case complexity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004 Mar;125(3):270-8. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.01.005.
5. Cansunar H, Uysal T. Relationship between pretreatment case complexity and orthodontic clinical outcomes determined by the American Board of Orthodontics criteria. *Angle Orthod*. 2014 Apr;84(6):974-9. DOI: 10.2319/010114-001.1.
6. Cardoso PC, Espinosa DG, Mecnas P, Flores-Mir C, Normando D. Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review. *Prog Orthod*. 2020 Jan;21(3). DOI: 10.1186/s40510-019-0303-z.
7. Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, Damone J, James RD, Cangialosi TJ, Riolo ML et al. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 Nov;114(5):589-99. DOI: 10.1016/S0889-5406(98)70179-9.
8. Castroflorio T, Sedran A, Parrini S, Garino F, Reverdito M, Capuozzo R, Sabrina M, Grybauskas S, Vaitiekunas M, Deregibus A. Predictability of orthodontic tooth movement with aligners: effect of treatment design. *Progress in Orthodontics*. 2023 Jan;24:2. DOI: 10.1186/s40510-022-00453-0.
9. Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Sep;128(3):292-8. DOI: 10.1016/j.ajodo.2005.06.002.

10. Elshazly TM, Keilig L, Salvatori D, Chavanne P, Aldesoki M, Bourauel C. Effect of trimming line design and edge extension of orthodontic aligners on force transmission: An in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2022 Oct;125:104276. DOI: 10.1016/j.jdent.2022.104276.
11. Elshazly TM, Slavatori D, Elattar H, Bourauel C, Keilig L. Effect of trimming line design and edge extension of orthodontic aligners on force transmission: A 3D finite element study. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2023 Apr;140:105741. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2023.105741.
12. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91.
13. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020 Sep;158(3):420-5. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.12.015.
14. Jaber ST, Hajeer MY, Sultan K. Treatment Effectiveness of Clear Aligners in Correcting Complicated and Severe Malocclusion Cases Compared to Fixed Orthodontic Appliances: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(4):e38311. DOI: 10.7759/cureus.38311.
15. Jia L, Wang C, Wang C, Song J, Fan Y. Efficacy of various multi-layers of orthodontic clear aligners: a simulated study. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2022 Oct;25(15):1710-21. DOI: 10.1080/10255842.2022.2034796.
16. Jiang T, Jiang YN, Chu FT, Lu PJ, Tang GH. A cone-beam computed tomographic study evaluating the efficacy of incisor movement with clear aligners: Assessment of incisor pure tipping, controlled tipping, translation, and torque. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021 May;159(5):635-43. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.11.025.
17. Kantharaju VH, Shivaprakash G, Shamnur N. The Relationship between Posttreatment Smile Esthetics and the ABO Objective Grading System: Class I extraction Vs non extraction cases. *Turk J Orthod*. 2021;34(1):39-45. DOI: 10.5152/TurkJOrthod.2020.20030.
18. Kuncio D, Maganzini A, Shelton C, Freeman K. Invisalign and Traditional Orthodontic Treatment Postretention Outcomes Compared Using the American Board of Orthodontics Objective Grading System. *Angle Orthod*. 2007 Sep;77(5):864-9. DOI: 10.2319/100106-398.1.
19. Kuo E, Miller RJ. Automated custom-manufacturing technology in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003 May;123(5):578-81. DOI: 10.1016/S0889-5406(03)00051-9.
20. Li Y, Deng S, Mei L, Li Z, Zhang X, Yang C, Li Y. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with Clear Aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Progress in Orthod*. 2020 Jan;21(1):1. DOI: 10.1186/s40510-019-0301-1.

21. Lin E, Julien K, Kerterke M, Buschang PH. Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 2022 Oct;92(2):173-9. DOI: 10.2319/032921-246.1.
22. Lombardo L, Martines E, Mazzanti V, Arreghini A, Mollica GS. Stress relaxation properties of four orthodontic aligner materials: A 24-hour in vitro study. *Angle Orthod.* 2017 Jun;87(1):11-8. DOI: 10.2319/113015-813.1.
23. Miller KB, McGorray SP, Womack R, Quintero JC, Perelmuter M, Gibson J, Dolan TA, Wheeler TT. A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Mar;131(3):302.e1-302.e9. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.05.031.
24. Miranda PMB, Fernandes LQP, Sevillano MGC, Carvalho FAR, Capelli Junior J. Reliability of a digital system for models measurements in BBO grading: A pilot study. *Dental Press J Orthod.* 2022 Feb;27(1):e2219388. DOI: 10.1590/2177-6709.27.1.e2219388.oar.
25. Nett BC, Huang GJ. Long-term posttreatment changes measured by the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Apr;127(4):444-50. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.03.029.
26. Oikonomou E, Foros P, Tagkli RC, Eliades T, Koletsi D. Impact of Aligners and Fixed Appliances on Oral Health during Orthodontic Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oral Health Preventive Dentistry.* 2021 Jan;19(1):659-72. DOI: 10.5167/uzh-216294.
27. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2021 [acesso em 12 dez 2023]. Disponível em <https://www.R-project.org/>.
28. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod.* 2015;85(5):881-9. DOI: 10.2319/061614-436.1.
29. Seo JH, Kim MS, Lee JH, Eghan-Acquah E, Jeong YH, Hong MH, Kim B, Lee SJ. Biomechanical Efficacy and Effectiveness of Orthodontic Treatment with Transparent Aligners in Mild Crowding Dentition—A Finite Element Analysis. *Materials.* 2022 Apr;15(9):3118. DOI: 10.3390/ma15093118.
30. Smith JM, Weir T, Kaang A, Farella M. Predictability of lower incisor tip using clear aligner therapy. *Progress in Orthodontics.* 2022;23(1):37. DOI: 10.1186/s40510-022-00433-4.
31. Struble BH, Huang GJ. Comparison of prospectively and retrospectively selected American Board of Orthodontics cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jan;137(1):6.e1-6.e8. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.05.016.
32. Upadhyay M, Arqub SA. Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principle. *Journal of the World Federation of Orthodontists.* 2022 Feb;11(1):12-21. DOI: 10.1016/j.ejwf.2021.11.002.

33. Vargas MV, Shimizu RH, Miguel YD, Wither EL, Melo ACM. Avaliação da eficácia do tratamento ortodôntico com alinhadores ortodônticos de acordo com a complexidade do caso: Estudo de coorte prospectivo. Curitiba. Defesa de Especialização em Ortodontia. Faculdade ILAPEO. 2021.
34. White DW, Julien KC, Jacob H, Campbell PM, Buschang PH. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial. *Angle Orthod.* 2017 Jul;87(6):801-8. DOI: 10.2319/091416-687.1.
35. Zhao JY, Hu CS, Jin Y, Zhang LL, Yi F, Lu YQ, Li CR. [Efficiency of clear aligners in extrusion of posterior teeth evaluated by 3-dimensional model superimposition]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2022 Oct;31(5):556-60. Chinese.