



Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial

www.elsevier.pt/spemd



Investigação original

Métodos de avaliação informatizada em prótese fixa



Paulo Rocha-Almeida^{a,*}, César L. Silva^a, José C. Reis-Campos^{a,c}, Nuno V. Ramos^c,
Mário A.P. Vaz^{b,c} e João C. Sampaio-Fernandes^{a,c}

^a Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, Portugal

^b Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal

^c Instituto Nacional de Engenharia e Gestão Industrial (INEGI), Porto, Portugal

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 23 de setembro de 2015

Aceite a 21 de dezembro de 2015

On-line a 31 de março de 2016

Palavras-chave:

Competência clínica

Desenho assistido por computador

Ensino dentário

Autoavaliação

Preparação dentária

R E S U M O

Objetivos: Esta investigação teve como finalidade elaborar um sistema objetivo de avaliação e de classificação de preparações dentárias em prótese fixa, com recurso ao PREPassistant®, estudando a influência de 2 métodos de avaliação e de diferentes avaliadores.

Métodos: Foi utilizado um modelo original do dente 15 e foi criado, em CAD, um modelo instrutor para calibração do sistema. Para o estudo da avaliação das preparações dentárias foram realizados 2 métodos de avaliação: um informatizado, o sistema PREPassistant®, e um visual com recurso a imagens informatizadas (AVI). Neste estudo, os operadores contactaram pela primeira vez com a técnica de preparação dentária e, posteriormente, executaram as preparações a ser avaliadas. Os resultados da avaliação foram estatisticamente analisados (teste de Friedman e ANOVA de Friedman; $p \leq 0,05$).

Resultados: Através do desenho CAD de modelos para o PREPassistant®, foi possível uniformizar a técnica de preparação dentária segundo o eixo da preparação e margem de acabamento cervical. A análise de parâmetros por grupos indica diferenças entre todos os observadores e com o sistema PREPassistant® ($p < 0,05$).

Conclusões: Relativamente à comparação entre os métodos de avaliação, verificou-se que a AVI pode ser utilizada como método alternativo; contudo, necessita de uma calibração inter-observadores. De acordo com a metodologia proposta, a avaliação com o PREPassistant® permitiu uma avaliação objetiva de 83% dos parâmetros. A avaliação subjetiva pelo PREPassistant® (17% da avaliação total) pode ser melhorada, com o recurso às imagens 3D disponibilizadas pelo sistema, e aumentar o rigor do sistema para valores superiores a 90%.

© 2016 Publicado por Elsevier España, S.L.U. em nome da Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: prochalmeida@gmail.com (P. Rocha-Almeida).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.12.002>

1646-2890/© 2016 Publicado por Elsevier España, S.L.U. em nome da Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Computerized assessment methods in fixed prosthodontics

A B S T R A C T

Keywords:

Clinical Competence
Computer-Aided Design
Dental Education
Self-Assessment
Tooth Preparation

Objectives: This research work aimed at developing an objective evaluation and classification system of dental preparations, in Fixed Prosthodontics, by means of using PREPassistant®, assessing the influence of two evaluation methods and different evaluators.

Methods: An original model of tooth 15 was used and an instructor model for system calibration was computer designed in CAD. To study the evaluation of dental preparations, two different evaluation methods were developed: a computerized system, the PREPassistant®, and a visual system using computerized images (AVI). In this study, operators contacted for the first time with the tooth preparation technique and, subsequently, executed the preparations to be assessed. The evaluation results were statistically analyzed (Friedman Test and Friedman ANOVA; $p \leq 0.05$).

Results: Using CAD-designed models for the PREPassistant® system, it was possible to standardize the tooth preparation technique along the axis of the preparation and cervical margin finishing. The analysis of the groups of parameter indicates statistically significant differences between operators and between operators and the PREPassistant® system ($p < 0.05$).

Conclusion: Regarding the comparison between evaluation methods, we found that the AVI can be used as an alternative method; however, it requires inter-observer calibration. According to the proposed methodology, the evaluation with PREPassistant® allowed an objective assessment of 83% of the parameters. Subjective evaluation by PREPassistant® (17% of the total evaluation) can be improved with the use of 3D images provided by the system, and increase the accuracy of the system to values higher than 90%.

© 2016 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Os problemas de subjetividade associados à avaliação em medicina dentária são reconhecidos há várias décadas. Numa análise dos pontos fortes e fracos dos currícula de medicina dentária, um dos problemas relaciona-se com inconsistências nas avaliações efetuadas por diferentes instrutores¹. Esta dificuldade ganha particular relevância na avaliação visual de preparações dentárias²⁻⁵. Dentre as razões apontadas para a variabilidade da avaliação manual, foi incluída a dificuldade em definir critérios claros, uma limitação que aumenta de complexidade no processo de calibração pelos instrutores⁶.

O desenvolvimento de software de desenho virtual (CAD) aplicado à preparação de dentes tornou possível minimizar o uso de parâmetros subjetivos^{2,7,8}. Foram criados vários sistemas assistidos por computador, tais como o DentSim (Dentx, Israel) e o sistema PREPassistant® (KaVo, Alemanha).

O PREPassistant® permite aumentar a objetividade da avaliação pré-clínica e a eficácia das análises do trabalho realizado pelos alunos^{4,9-11}. Este sistema possibilita uma avaliação real de preparações dentárias quando comparado com a avaliação manual^{4,12-15}. A possibilidade de observar e avaliar quantitativamente os desvios da preparação do aluno em função da preparação ideal, a deteção de erros, a melhoria da preparação e, assim, o aperfeiçoamento da tarefa em execução, surgem também como vantagens do sistema^{2,10,13,14}.

Na literatura, podem ser encontrados estudos que revelam desvantagens associadas a este sistema. O PREPassistant®

foi associado a elevados custos de implementação e manutenção¹³, e foi indicado o inconveniente da obrigatoriedade de utilização de dentes KaVo⁹. Para reduzir a problemática da subjetividade do sistema PREPassistant®, foi desenvolvida uma fórmula de avaliação das preparações dentárias, atribuindo 30% da classificação a parâmetros subjetivos⁴.



Figura 1 – Dente 15: vista mesial (A) e vista vestibular (B).

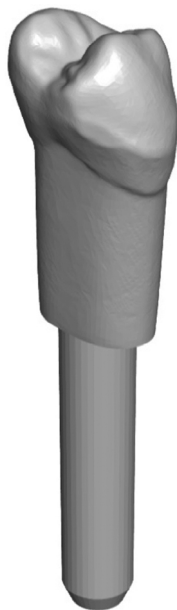


Figura 2 – Dente virtual 15.

Este estudo teve como finalidade elaborar um sistema objetivo de avaliação e de classificação de preparações dentárias em prótese fixa, com recurso ao PREPassistant®, estudando a influência de 2 métodos de avaliação e de diferentes avaliadores.

Materiais e métodos

Para o desenho CAD dos modelos, procedeu-se a uma digitalização 3D do dente 15 dos modelos KaVo (fig. 1). O scanner D700 (3Shape, Dinamarca) foi utilizado para obter uma imagem virtual em formato STL (fig. 2).

Com o objetivo de obter um calibrador, o modelo intacto do dente 15 foi referenciado com o eixo da preparação no sentido vestibulo-lingual (V-L) e mesio-distal (M-D), e margem de acabamento cervical (fig. 3A), utilizando o CAD Solidworks (Solidworks, EUA). A figura 3B apresenta o respetivo modelo intacto.

A preparação obtida por CAD foi realizada segundo o eixo de inserção e a linha de referência cervical, apresentando desgaste uniforme de 1mm em toda a margem cervical e paredes axiais com angulação de 3° por parede. Na face vestibular, no terço oclusal da preparação, foi criada uma segunda inclinação de desgaste vestibular. Na face oclusal foi criado um desgaste compatível com o instrumento de corte rotativo (ICR) de 1 mm cilíndrico, nas vertentes das cúspides lingual e vestibular, um espaçamento de 1,4 mm no sulco oclusal e um bisel a 45° na cúspide funcional (figs. 4-6).

Os modelos virtuais foram convertidos em modelos reais por prototipagem por estereolitografia (Estereolitografia Viper SI2, 3D Systems, EUA), sendo, posteriormente, marcados com recurso a um marcador ultrafino à prova de água (fig. 7).

Foram selecionados, aleatoriamente, 30 alunos do 3.º ano da FMDUP que concluíram, com sucesso, a unidade curricular

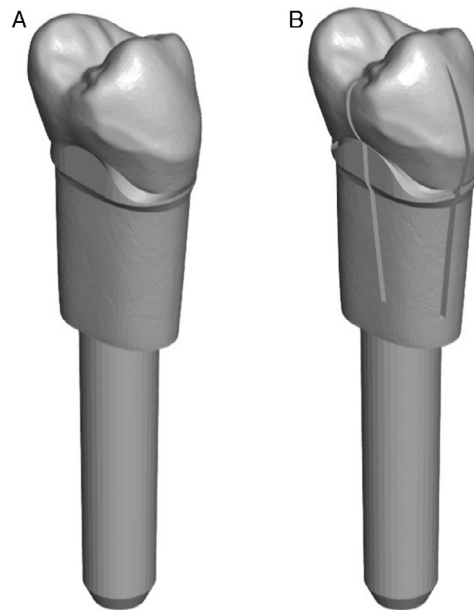


Figura 3 – Modelo tipo 1 A de dente 15 íntegro sem guias (A) e modelo tipo 1 de dente 15 com guias de orientação de eixo de inserção e da margem cervical (B).

de Prótese Fixa e que nunca contactaram com o treino da preparação dentária.

No total, foram executadas 120 preparações dentárias. A sua correspondência com o operador não foi revelada aos avaliadores até ao final da avaliação manual.

Previamente à execução das preparações dentárias, foi ministrada uma aula de 10 minutos com a descrição dos instrumentos motorizados, ICR e a descrição da técnica de preparação¹⁶.

Para a preparação das amostras, os alunos receberam um manual de apoio sobre preparação dentária, um fantoma da KaVo e um kit de ICR de desgaste rápido e de acabamento.

A avaliação das preparações dentárias foi efetuada tendo em consideração: margem cervical (ponderação 35%); parede axial (ponderação 35%); face oclusal (ponderação 20%); e acabamento da preparação dentária (ponderação 10%).

Cada grupo de parâmetros, objetivos e subjetivos, está sujeito a uma avaliação em que os diferentes limites definidos por método de avaliação estão descritos na tabela 1 e na tabela 2, respetivamente. Para comparar os métodos de avaliação apenas foram utilizados os parâmetros objetivos (83% da avaliação total).

Na avaliação informatizada com PREPassistant® (Método 1), as preparações foram previamente pulverizadas com CEREC® OptiSpray (Sirona Dental System, Alemanha) e o scanner calibrado segundo indicações do fabricante.

Para criar uma grelha de avaliação, a amostra «original» foi emparelhada com a do «instrutor». Para isso, foram utilizados modelos informatizados, desenhados em CAD e depois impressos.

Neste estudo, a grelha de avaliação foi personalizada utilizando planos nos sentidos V-L, M-D ou em corte axial e, uma vez criada, foi bloqueada para garantir a uniformização de procedimentos.

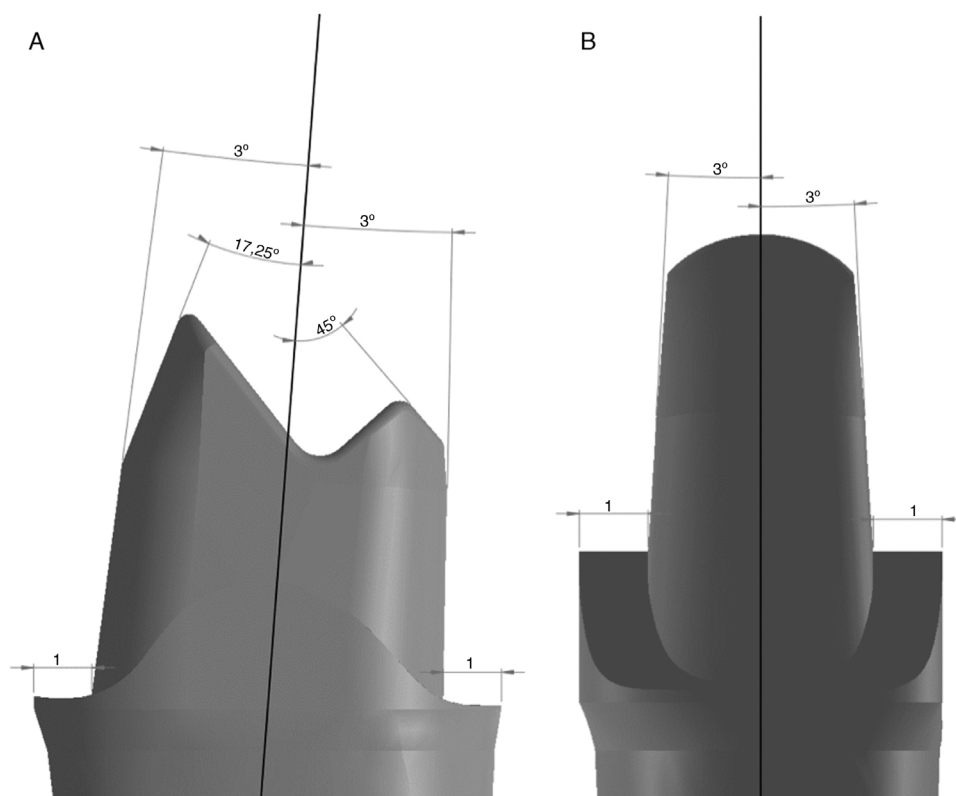


Figura 4 – Desenho da preparação dentária do modelo tipo 1: vista vestibular-lingual (A) e mesial-distal (B).

O processo de avaliação das amostras (figs. 8 e 9) foi efetuado como descrito na [tabela 3](#).

Os resultados obtidos por grupos de parâmetros avaliados foram convertidos em notas, usando a escala de 1 a 5 valores ([tabela 1](#)).

Na avaliação visual informatizada (AVI – Método 2), as amostras foram avaliadas por 3 operadores experientes, recorrendo às imagens obtidas pelo Método 1.

Cada avaliador recebeu as amostras combinadas em diferentes planos e uma grelha para avaliação, com a sobreposição de imagens original-instrutor-aluno.

Atendendo à dificuldade de classificação deste tipo de avaliação, os parâmetros foram avaliados de 1 a 5. Os

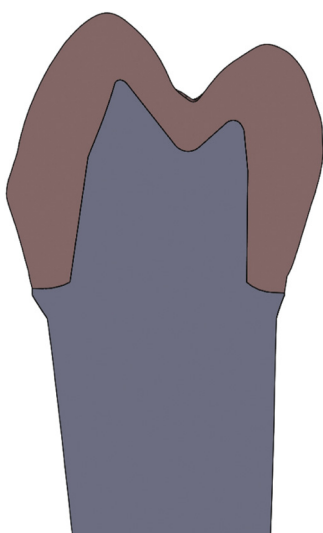


Figura 5 – Relação da preparação dentária do modelo tipo 1 com o dente íntegro.

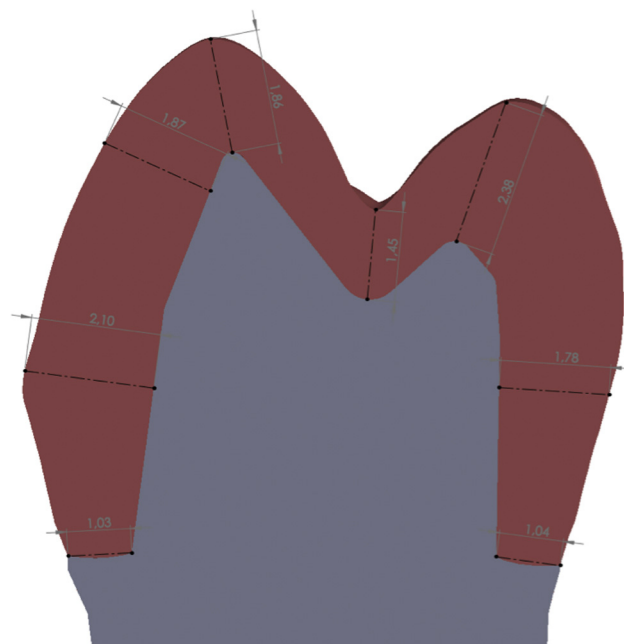


Figura 6 – Medidas de referência na relação da preparação dentária do modelo tipo 1 com o dente íntegro.

Tabela 1 – Tolerâncias e notas respetivas dos parâmetros objetivos

Parâmetro	Definições parâmetro	Avaliação	Limites	Ponderação (%)
Posição margem (PM) Unidade: mm	Posição linha externa da margem cervical	Muito bom	5 [17,5-20]	12,25
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Espessura na margem (EM) Unidade: mm	Desvio relativo à largura da margem cervical ideal 1 mm	Muito bom	5 [17,5-20]	15,75
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Angulação axial (AA) Unidade: grau (°)	Angulação das paredes axiais	Muito bom	5 [17,5-20]	17,50
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Espessura axial (EA) Unidade: mm	Espessura de desgaste nas paredes axiais	Muito bom	5 [17,5-20]	10,50
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
2.ª inclinação (2I) Unidade: grau (°)	Segunda inclinação de desgaste na parede vestibular	Muito bom	5 [17,5-20]	7,00
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Espessura oclusal (EO) Unidade: mm	Espessura de desgaste nas cúspides vestibular e lingual e no sulco oclusal	Muito bom	5 [17,5-20]	8,00
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Angulação das vertentes (AV) Unidade: grau (°)	Angulação da vertente lingual da cúspide vestibular e angulação da vertente vestibular da cúspide lingual	Muito bom	5 [17,5-20]	6,00
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	
Cúspide funcional (CP) Unidade: grau (°)	Angulação da cúspide funcional	Muito bom	5 [17,5-20]	6,00
		Bom	4 [13,5-17,5]	
		Suficiente	3 [9,5-13,5]	
		Medíocre	2 [6,5-9,5]	
		Mau	1 [0-6,5]	

resultados foram processados no sentido de obter uma nota final total e uma nota por grupo de parâmetros.

No estudo descritivo dos dados foram usadas médias, medianas, máximos e mínimos.

A significância das diferenças entre as distribuições das classificações obtidas pelos diferentes métodos de avaliação e pelos diferentes observadores foi avaliada por recurso à ANOVA não paramétrica (teste de Friedman). Procedeu-se à comparação múltipla de médias de ordens (ANOVA de Friedman) para identificar quais os métodos de avaliação/avaliadores que diferiam entre si.

A análise estatística descritiva e inferencial foi efectuada com o software SPSS (v. 19; SPSS Inc., EUA). Consideraram-se significativos os testes $p \leq 0,05$.

Resultados

A avaliação informatizada com PREPassistant® (Método 1) e a AVI (Método 2), em função dos diferentes parâmetros e dos 3 avaliadores, são apresentadas na [tabela 4](#).

A análise estatística por grupo de parâmetros e total pode ser analisada na [tabela 5](#). Em todos os casos foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). A análise de parâmetros por grupos indica diferenças estatisticamente significativas entre todos os observadores e com o sistema PREPassistant® ($p < 0,05$).

Pela análise de comparações múltiplas de ordens, verifica-se que o observador 1 atribui classificações

Tabela 2 – Tolerâncias e notas respectivas dos parâmetros subjetivos

Parâmetro	Definições parâmetro	Avaliação	Limites	Ponderação (%)
Tipo linha (TL)	Linha ideal para o tipo de preparação	Muito bom 5 Bom 4 Suficiente 3 Medíocre 2 Mau 1	Qualitativo	7,00%
Acabamento margem cervical (AC-MC)	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da margem cervical	Muito bom 5 Bom 4 Suficiente 3 Medíocre 2 Mau 1	Qualitativo	3,50%
Acabamento parede axial (AC-AX)	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da parede axial	Muito bom 5 Bom 4 Suficiente 3 Medíocre 2 Mau 1	Qualitativo	3,00%
Acabamento face oclusal (AC-OC)	Acabamento em termos de lisura e regularidade do acabamento da face oclusal	Muito bom 5 Bom 4 Suficiente 3 Medíocre 2 Mau 1	Qualitativo	1,00%
Ângulos arredondados (AnA)	Acabamento em termos de arredondamento dos ângulos	Muito bom 5 Bom 4 Suficiente 3 Medíocre 2 Mau 1	Qualitativo	2,50%

significativamente semelhantes às classificações do sistema PREPassistant®.

Verifica-se também que, em termos da classificação total, o observador 2 atribui classificações significativamente superiores e o observador 3 significativamente inferiores, comparativamente ao PREPassistant®.

Discussão

O princípio básico de funcionamento do PREPassistant® é a calibração entre os modelos original e instrutor. A preparação do instrutor, habitualmente realizada manualmente, acres-

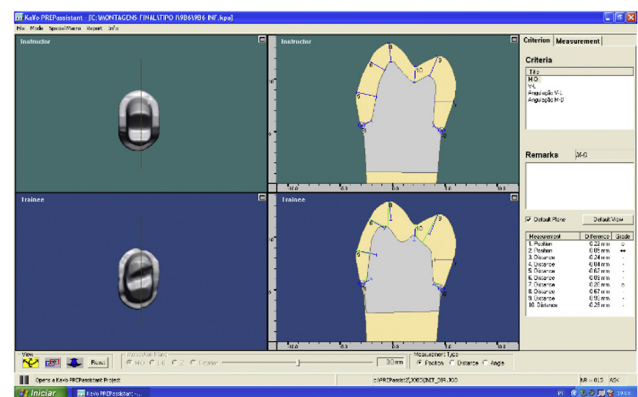


Figura 8 – A interface do utilizador do sistema PREPassistant® para a série de modelos tipo 1 e 1A na perspectiva vestibular-lingual. As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respectivas grelhas de avaliação.



Figura 7 – Exemplo de modelo tipo 1 íntegro com marcações.

centa dificuldades de reprodutibilidade. Paralelamente, existe o problema do ponto de início da preparação na margem de acabamento cervical, uma vez que 2 preparações com diferentes inícios na margem resultam em formas e geometrias finais diferentes. De igual modo, o sistema de referência do eixo de inserção, no sentido V-L ou M-D, permite criar uma geometria final, uniformizada e calibrada do desgaste e conicidade da parede axial.

Na perspectiva de superar este problema, o modelo instrutor foi desenhado em CAD, baseado no sistema de referência

Tabela 3 – Plano, tipo de critério, localização e nomenclatura na avaliação informatizada da série de modelos tipo 1

Plano	Tipo critério	Localização
Vestibular-lingual	Posição	Posição externa da linha acabamento vestibular (PM-V) e lingual (PM-L)
	Distância	Largura da linha de acabamento vestibular (EM-V) e lingual (EM-L)
	Distância	Espessura na parede axial vestibular no terço cervical (EA-V1), no terço oclusal (EA-V2) e lingual a meio da altura coronária (EA-L)
	Distância	Espessura na cúspide vestibular (EO-V), lingual (EO-L) e sulco oclusal (EO-S) vestibular (2I)
	Angulação	Angulação vertente lingual da cúspide vestibular (AV-V) e lingual (AV-L)
Mesial-distal	Angulação	Angulação da cúspide funcional
	Posição	Posição externa da linha acabamento mesial (PM-M) e distal (PM-D)
	Distância	Largura da linha acabamento mesial (EM-M) e distal (EM-D)
	Distância	Espessura na parede axial a meio da altura coronária em mesial (EA-M) e distal (EA-D)
	Angulação	Angulação da parede axial mesial (AA-M) e distal (AA-D)

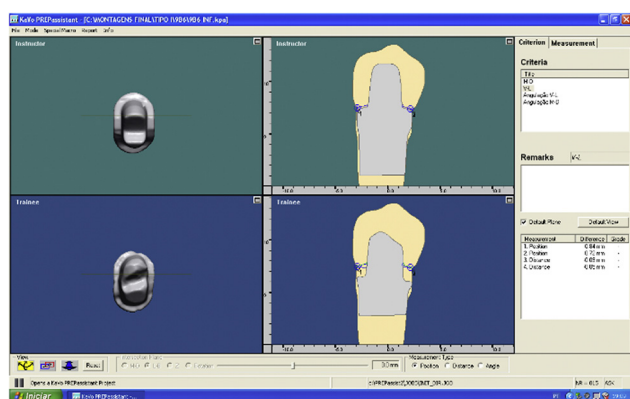


Figura 9 – A interface do utilizador do sistema PREPassistant® para a série de modelos tipo 1 e 1A na perspectiva mesial-distal. As imagens mostram o emparelhamento dos modelos original-instrutor-aluno e respetivas grelhas de avaliação.

da marcação da margem externa da linha de acabamento cervical e da marcação vertical do eixo de inserção no sentido V-L e M-D. Assim, o desenho em CAD da preparação instrutor permitiu uma preparação final referenciada e calibrada, reprodutibilidade na impressão e a eliminação de um fator básico de erros, referenciado por outros autores¹⁷.

No PREPassistant®, o emparelhamento das amostras é efetuado pela técnica *best fit* da área não preparada. Assim, foi possível obter uma combinação fixa entre amostra original-instrutor, permitindo criar a grelha de avaliação, garantindo a reprodutibilidade de avaliação entre a amostra original, do instrutor e do aluno.

A AVI, realizada por 3 observadores, utilizou a escala de 1 a 5, pela dificuldade do rigor da avaliação de cada parâmetro. Cada observador obteve informação prévia acerca dos limites de avaliação de cada parâmetro, limitando a sua análise. De salientar que, sem auxílio, o olho humano apresenta um poder de resolução de cerca de 0,2 mm^{18,19}. Este facto ganha relevância em avaliações que incluem essa ordem de grandeza.

Tabela 4 – Resultados da avaliação informatizada com PREPassistant® (Método 1) e da avaliação visual informatizada (AVI; Método 2), em função dos diferentes parâmetros e dos 3 avaliadores

Método	Avaliação	PM	EM	AA	EA	2I	EO	AV	CP	Final
AVALIADOR 1	5	6	6	14	14	18	7	11	6	0
	4	39	52	46	68	28	29	41	15	7
	3	42	54	49	38	32	61	43	42	79
	2	29	8	9	0	20	20	23	46	34
	1	4	0	2	0	22	3	2	11	0
AVALIADOR 2	5	5	8	6	3	11	0	2	4	0
	4	21	38	26	29	12	9	25	13	1
	3	54	34	44	46	11	37	40	18	37
	2	40	33	38	37	42	50	28	46	76
	1	0	7	6	5	44	24	25	39	6
AVALIADOR 3	5	14	22	38	36	34	9	39	30	0
	4	73	62	70	71	46	74	61	54	35
	3	30	21	11	13	22	33	18	24	79
	2	3	9	1	0	18	4	1	10	6
	1	0	6	0	0	0	0	1	2	0
PREPASSISTANT	5	22	32	0	12	29	16	18	30	0
	4	57	61	4	64	36	40	37	13	0
	3	37	20	31	34	35	33	23	22	77
	2	4	7	40	4	8	22	23	12	43
	1	0	0	45	6	12	9	19	43	0

Tabela 5 – Análise estatística das classificações obtidas pelos métodos PREPassistant® e visual informatizado para análise dos parâmetros em grupo

Grupo	PREPASSISTANT				Visual informático (VI)												p
	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Avaliador 1				Avaliador 2				Avaliador 3				
					Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	Me.	Méd.	Min.	Máx.	
EC	4,00 ^a	3,98	2,00	5,00	3,00 ^b	3,47	2,00	5,00	4,00 ^b	3,71	1,00	5,00	3,00 ^c	3,06	1,00	5,00	< 0,001 [*]
PC	4,00 ^a	3,81	2,00	5,00	3,00 ^b	3,12	1,00	5,00	4,00 ^a	3,82	2,00	5,00	3,00 ^b	2,93	2,00	5,00	< 0,001 [*]
AA	2,00 ^a	1,95	1,00	4,00	3,50 ^b	3,51	1,00	5,00	4,00 ^c	4,21	2,00	5,00	3,00 ^d	2,90	1,00	5,00	< 0,001 [*]
EA	4,00 ^a	3,60	1,00	5,00	4,00 ^a	3,80	3,00	5,00	4,00 ^b	4,19	3,00	5,00	3,00 ^c	2,90	1,00	5,00	< 0,001 ^{**}
2I	4,00 ^a	3,52	1,00	5,00	3,00 ^b	3,00	1,00	5,00	4,00 ^a	3,80	2,00	5,00	2,00 ^d	2,20	1,00	5,00	< 0,001 [*]
EO	3,00 ^a	3,27	1,00	5,00	3,00 ^a	3,14	1,00	5,00	4,00 ^b	3,73	2,00	5,00	2,00 ^c	2,26	1,00	4,00	< 0,001 [*]
AV	3,00 ^a	3,10	1,00	5,00	3,00 ^a	3,30	1,00	5,00	4,00 ^b	4,13	1,00	5,00	3,00 ^c	2,59	1,00	5,00	< 0,001 [*]
CP	3,00 ^a	2,79	1,00	5,00	3,00 ^a	2,66	1,00	5,00	4,00 ^b	3,83	1,00	5,00	2,00 ^c	2,14	1,00	5,00	< 0,001 [*]
Total	3,28 ^a	3,30	2,35	4,16	3,40 ^a	3,39	2,32	4,53	3,93 ^b	3,93	2,83	4,69	2,81 ^c	2,87	1,73	4,37	< 0,001 [*]

Max.: máximo; Me.: mediana; Méd.: média; Min.: mínimo.

2I: 2.^a inclinação da parede vestibular; AA: angulação axial; AV: angulação vertentes; CP: bisel da cúspide funcional; EA: espessura axial; EC: espessura da margem cervical; EO: espessura oclusal; PC: posição da margem cervical.

* Diferenças estatisticamente significativas para $\alpha = 0,05$. As distribuições identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens para $\alpha = 0,05$.

No PREPassistant® as medições foram convertidas à escala de 1 a 5. A grelha foi criada pretendendo uma melhor análise entre os diferentes métodos de avaliação, contudo limita a capacidade de análise estatística na escala de 1 a 5.

De salientar a importância dos parâmetros da margem de acabamento cervical (posição, espessura, tipo e acabamento da linha) e da parede axial (angulação, espessura e acabamento da parede axial), que correspondem a 70% da avaliação total.

A média dos resultados obtidos por grupo para a angulação da parede axial com o sistema PREPassistant® é de 2, que corresponde a valores de conicidade média entre 14-20°, superiores aos recomendados, que variam entre 2-6°^{16,20,21}.

Ao nível da espessura da margem de acabamento cervical foi obtido, em média, um resultado de 4 valores que representa um desvio entre 0,1-0,2 mm. Relativamente à posição da margem de acabamento, o desvio relativo a uma posição ideal e referenciada foi, em média, entre 0,25-0,5 mm. Estes 2 parâmetros interferem diretamente com a qualidade da restauração e com o periodonto.

O parâmetro da segunda inclinação é importante na manutenção da uniformidade de espessura de desgaste ao longo da face vestibular. Autores alertam que, na execução de uma coroa de cerâmica, a quantidade de desgaste do acabamento cervical da parede vestibular é inferior ao da parede axial no terço médio da coroa devido à sua curvatura natural^{22,23}. Os resultados médios da variação da espessura axial indicam um desvio do ideal, 0,3-0,5 mm no total das paredes, considerado clinicamente aceitável, não comprometendo a estética ou a preservação da estrutura dentária. Este desvio foi mais acentuado na parede vestibular.

O bisel da cúspide funcional deve ser realizado para proporcionar espaço para a restauração definitiva e impedir fraturas. Este bisel deve ser executado a 45° com o eixo da preparação dentária. No parâmetro do bisel da cúspide funcional, as preparações apresentaram, em média, um desvio entre 10-15° relativamente ao valor ótimo, podendo ser considerado um valor clinicamente aceitável.

A preparação do desgaste da face oclusal foi efetuada pela técnica recomendada¹⁶, que utiliza uma primeira marcação com ICR esférico e depois são feitas guias de orientação de profundidade das rampas das vertentes das cúspides a acompanhar a sua inclinação. De notar, que se verificou uma dificuldade por parte dos alunos, por não terem um elemento de referência de controlo de desgaste¹⁶.

Os resultados obtidos por grupo de parâmetros, entre os sistemas PREPassistant® e AVI, indicaram a necessidade de uma calibração prévia entre os diferentes observadores ($p < 0,001$). Os testes *post-hoc* de comparações múltiplas de médias indicaram que o observador 1, mais experiente, não apresenta valores significativamente diferentes quando comparado com o sistema PREPassistant®. O observador 2 atribui classificações significativamente superiores, em média de 0,68 valores, e o observador 3 significativamente inferiores, em média de 0,43 valores. A amplitude de variação entre o observador 2 e 3 é de 1,06 valores, o que representa um erro superior a 20% entre avaliadores. Um estudo que analisou a concordância entre a avaliação visual e a avaliação informatizada realizada por operadores experientes¹⁵ indicou diferentes níveis de concordância entre os métodos de

avaliação: especificamente e dependendo dos critérios em comparação, os autores indicaram concordâncias de 100%, 60% ou de ausência de concordância. Anteriormente, tinha sido evidenciado que a concordância entre os métodos de avaliação visual e digital variava com o parâmetro em análise²⁴.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de uma calibração prévia entre os diferentes observadores e a necessidade de mais estudos para avaliar as causas das variações.

Na avaliação com o PREPassistant®, os parâmetros como tipo de linha de acabamento cervical, acabamento da parede axial e oclusal e arredondamento dos ângulos não são possíveis de ser avaliados de forma automatizada. Assim, sistemas que evoluam na avaliação destes parâmetros poderão permitir aumentar a objetividade da avaliação para perto de 100%.

O PREPassistant®, como permite obter a combinação das imagens com sobreposição entre as preparações original-instrutor, pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio aos estudantes e na avaliação continuada para a análise dos erros mais frequentes em cada operador.

Conclusões

Relativamente ao desenho CAD dos modelos idealizados para o sistema PREPassistant®, concluímos que foi possível desenvolver um calibrador (instrutor) a partir do modelo original, uniformizando a técnica de preparação dentária segundo o eixo da preparação e a margem de acabamento cervical.

Relativamente aos métodos de avaliação, concluiu-se que a AVI pode ser utilizada como um método alternativo de avaliação; contudo, para diminuir a variabilidade entre examinadores e, assim, obter uma avaliação mais consistente e uniforme, necessita de uma calibração interobservadores. A avaliação com o PREPassistant®, de acordo com a metodologia proposta (modelos de treino referenciados na linha de acabamento cervical e eixo de inserção, e respetivo modelo calibrador do sistema), permitiu uma avaliação objetiva de 83% dos parâmetros.

A avaliação dos parâmetros subjetivos pelo sistema PREPassistant®, correspondentes a 17% da avaliação total, pode ser melhorada com o recurso às imagens 3D disponibilizadas pelo sistema e poderão aumentar o rigor do sistema para valores superiores a 90%.

Responsabilidades Éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que para esta investigação não se realizaram experiências em seres humanos e/ou animais.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

BIBLIOGRAFIA

- Henzi D, Davis E, Jasinevicius R, Hendricson W. In the students' own words: What are the strengths and weaknesses of the dental school curriculum? *J Dent Educ.* 2007;71:632-45.
- Arnetzl G, Dornhofer R. PREPassistant: A system for evaluating tooth preparations. *Int J Comput Dent.* 2004;7:187-97.
- Jenkins SM, Dummer PM, Gilmour AS, Edmunds DH, Hicks R, Ash P. Evaluating undergraduate preclinical operative skill: Use of a glance and grade marking system. *J Dent.* 1998;26:679-84.
- Cardoso JA, Barbosa C, Fernandes S, Silva CL, Pinho A. Reducing subjectivity in the evaluation of pre-clinical dental preparations for fixed prosthodontics using the Kavo PrepAssistant. *Eur J Dent Educ.* 2006;10:149-56.
- Tuncer D, Arhun N, Yamanel K, Celik C, Dayangac B. Dental students' ability to assess their performance in a preclinical restorative course: Comparison of students' and faculty members' assessments. *J Dent Educ.* 2015;79:658-64.
- Karl M, Graef F, Wichmann M, Beck N. Evaluation of tooth preparations – A comparative study between faculty members and pre-clinical students. *Eur J Dent Educ.* 2011;15:250-4.
- Buchanan JA. Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ.* 2004;68:1258-65.
- Renne WG, McGill ST, Mennito AS, Wolf BJ, Marlow NM, Shaftman S, et al. E4D compare software: An alternative to faculty grading in dental education. *J Dent Educ.* 2013;77:168-75.
- Almeida TC, Fernandes PFS, Sampaio Fernandes JCA, Silva CL, Pinho AR. O sistema Kavo PREPassistant® no ensino pré-clínico de prótese fixa. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.* 2009;50:105-9.
- Kournetas N, Jaeger B, Axmann D, Groten M, Lachmann S, Weber H, et al. Assessing the reliability of a digital preparation assistant system used in dental education. *J Dent Educ.* 2004;68:1228-34.
- Hollis W, Darnell LA, Hottel TL. Computer assisted learning: A new paradigm in dental education. *J Tenn Dent Assoc.* 2011;91:14-8, quiz 8-9.
- Sampaio-Fernandes JC, Fernandes MS, Fonseca P, Almeida PR, Reis Campos JC, Figueiral MH. Avaliação de nichos oclusais com tecnologia 3D. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.* 2013;54(S1):e38.
- Jäger B, Kournetas N, Groten M, Lachmann S, Weber H, Geis-Gerstorfer J. PREPassist as digital assistance for dental education. *Int Poster J Dent Oral Med.* 2003;5. Poster 169.
- Welk A, Splieth C, Seyer D, Rosin M, Siemer M, Meyer G. German dental faculty attitudes towards computer-assisted simulation systems correlated with personal and professional profiles. *Eur J Dent Educ.* 2006;10:87-95.
- Mays KA, Levine E. Dental students' self-assessment of operative preparations using CAD/CAM: A preliminary analysis. *J Dent Educ.* 2014;78:1673-80.
- Shillingburg HT, Sather DA, Wilson EL, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, et al. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics.* 4ª Ed. Chicago, IL, USA: Quintessence Publishing Co; 2012.
- Silva FJ. Sistema KaVo PREPassistant®: Estudo da Fiabilidade. Porto: FMDUP; 2014.
- Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54:191-214.
- Ghai CL. The Compound Microscope. In: Ghai CL, editor. *A Textbook of Practical Physiology.* 8ª Edição ed. Londres: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2013. p. 1-11.
- Johnston JF, Phillips RW, Dykema RW. *Modern practice in crown and bridge prosthodontics.* Philadelphia: W.B. Saunders; 1971.
- Bottino MA, Brunetti RF. Princípios Biomecânicos dos Preparos Cavitários e Coronários. In: Bottino MA, Brunetti RF, editores *Manual de Profese Parcial Fixa.* São Paulo: Santos; 1986. p. 59-71.
- McClellan JL. The science and art of dental ceramics. In: McClellan JL, editor. *The nature of dental ceramics and their clinical use.* Chicago: Quintessence; 1979. p. 214-98.
- Andersson M, Razzoog ME, Odén A, Hegenbarth EA, Lang BR. Procera: A new way to achieve an all-ceramic crown. *Quintessence Int.* 1998;29:285-96.
- Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Krage T, Faber FJ. A comparison of the visual and technical assessment of preparations made by dental students. *Eur J Dent Educ.* 2006;10:157-61.