

João Pedro Ramos Carvalho

**Análise da utilização das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese do
grande Porto**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2023

João Pedro Ramos Carvalho

**Análise da utilização das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese do
grande Porto**

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

João Pedro Ramos Carvalho

Análise da utilização das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese do grande Porto

*Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências da Saúde da
Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária, sob orientação do
Prof. Doutor Helder Esteves*

(João Pedro Ramos Carvalho)

Resumo

Introdução: O objetivo deste estudo é analisar a utilização de tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese dentária do grande Porto.

Materiais e Métodos: 143 responsáveis de laboratórios de prótese foram contactados para responder a um questionário online sobre a utilização de tecnologias de fluxo digital. Os critérios de inclusão foram: validar o consentimento informado; ser responsável pelo laboratório; e ser técnico de prótese. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa. A análise estatística foi efetuada através do *software IBM SPSS Statistics 26*, com nível de significância $p < 0,05$.

Resultados: A amostra consistiu em 52 questionários. 46% não utilizavam tecnologias de fluxo digital. 79% referiram os custos elevados como a causa principal para a sua não utilização. A utilização de tecnologias de fluxo digital estava relacionada com os números de técnicos e de casos realizados no último ano, mas não com a idade do técnico responsável ($p < 0,05$). 54% dos participantes que utilizavam tecnologias de fluxo digital indicou insatisfação com a sua qualidade formativa.

Conclusão: A utilização de tecnologias de fluxo digital nos laboratórios está mais atrasada no distrito do Porto em comparação com outros países. O elevado investimento e a curva de aprendizagem foram os principais fatores que podem justificar este atraso. As tecnologias de fluxo digital são mais utilizadas nos laboratórios de maiores dimensões e com mais técnicos. A idade do técnico responsável não foi um fator decisivo para o emprego das tecnologias de fluxo digital. A qualidade formativa em tecnologias de fluxo digital deve ser melhorada. Este estudo deve ser aprofundado para se obter uma melhor compreensão sobre este tema.

Palavras-Chave: CAD/CAM; Impressão 3-D; Fluxo Digital; Prótese Dentária; Dentária; Scanner Intraoral; Cerâmicas

Abstract

Introduction: The aim of this study is to analyze the utilization of digital workflow technologies in dental prosthesis laboratories in the Porto metropolitan area.

Materials and Methods: A total of 143 laboratory managers were contacted to participate in an online questionnaire regarding the use of digital workflow technologies. Requirements to participate in the study were the validation of informed consent from the individuals responsible for the laboratory, and these individuals were required to be dental prosthetic technicians. Furthermore, this study was approved by the Ethics Committee of the Fernando Pessoa University. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 26, with a significance level of $p < 0.05$.

Results: The sample included 52 completed questionnaires. 46% reported not using digital workflow technologies, with 79% mentioning high costs as the primary reason. The use of digital workflow technologies was associated with the number of technicians involved and the cases handled in the past year but not linked to the age of the responsible technician ($p < 0.05$). 54% of participants using digital workflow technologies expressed dissatisfaction with their training quality.

Conclusion: Adopting digital workflow technologies in laboratories in the Porto district lags behind other countries. High investment costs and a steep learning curve were identified as the main factors contributing to this delay. Digital workflow technologies are more prevalent in larger laboratories with more technicians. The age of the responsible technician was not a decisive factor in the adoption of digital workflow technologies. Training quality in digital workflow technologies needs improvement. Further research is necessary to gain a deeper understanding of this topic.

Keywords: CAD/CAM; 3-D Printing; Workflow; Dental Prosthesis; Dentistry; Intraoral scanner; Ceramics

Agradecimentos

À medida que culmino esta jornada académica, é com grande emoção que dedico este momento de gratidão a todas as pessoas que desempenharam papéis inestimáveis na concretização desta jornada. Cada palavra de apreço é uma tentativa de expressar a profundidade do impacto que esses indivíduos tiveram no meu percurso.

Ao Professor Doutor Hélder Esteves, meu orientador, estendo, a minha sincera reverência. A sua exigência meticulosa e profissionalismo inabalável foram não apenas exigências académicas, mas bússolas que orientaram cada passo desta pesquisa. O seu compromisso incansável com a excelência académica moldou não apenas este trabalho, mas também a minha abordagem ao conhecimento.

No entanto, a tristeza paira ao lembrar-me do Professor e amigo Abel Salgado, cuja partida prematura deixou um vazio irreparável. Expresso um agradecimento póstumo, não só pelos ensinamentos académicos que partilhou generosamente, mas também pelas risadas que ecoam como lembranças calorosas ao longo do meu percurso.

À minha família, um núcleo sólido que transcendeu fronteiras educacionais para forjar a minha formação pessoal, ofereço um agradecimento profundo. Cada sacrifício, cada conselho sábio, contribuiu para a pessoa que sou hoje. Vocês foram faróis constantes em mares académicos muitas vezes turbulentos.

À Esther, ao Rodolfo e ao Leo, cujo companheirismo transcende os limites do quotidiano, agradeço pela presença constante. O vosso amor e alegria difundem vitalidade nos meus dias e transformam desafios em oportunidades de crescimento.

Aos amigos mais próximos, guardiões de confidências e pilares em tempos difíceis, o meu agradecimento é profundo. A verdadeira amizade de vocês não só tornou os dias mais leves, mas também elevou os triunfos a celebrações coletivas.

Aos colegas da universidade, docentes e funcionários, agradeço pela riqueza das interações e pela partilha de conhecimento. Cada conversa, cada troca de ideias, contribuiu para o meu desenvolvimento académico e pessoal.

A todos, meu mais profundo agradecimento. Este trabalho não é apenas meu, mas uma tapeçaria entrelaçada pelos fios da generosidade e contribuições de cada um de vocês.

Índice

Resumo	I
Abstract	II
Agradecimentos	III
Índice de Tabelas	VI
Índice de Abreviaturas	VII
I. Introdução	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Tecnologias de Fluxo Digital vs. Fluxo de Trabalho Tradicional	3
1.3. Sistemas CAD-CAM	4
1.4. Vantagens e Desvantagens da Utilização de Tecnologias de Fluxo Digital	4
1.5. Objetivos	6
II. Materiais e Métodos	6
III. Resultados	8
1. <i>Caracterização dos laboratórios</i>	8
2. <i>Análise relacional</i>	17
IV. Discussão	18
V. Conclusão	23
VI. Referências Bibliográficas	24
Anexos	30

Índice de Tabelas

Tabela 1. Frequência e distribuição percentual da pergunta 1 (n=52)	8
Tabela 2. Frequência e distribuição percentual da pergunta 2 (n=52)	9
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da pergunta 3 (n=52)	9

Índice de Abreviaturas

CAD/CAM - Design Assistido por Computador/Produção Assistida por Computador

PMMA- Polimetilmetacrilato

I. Introdução

1.1. Enquadramento do tema

Nos últimos anos, a transição do fluxo de trabalho tradicional para o fluxo de trabalho digital foi notória, com um aumento exponencial da utilização de fluxos de trabalho digitais (Piedra-Cascón *et alii.*, 2021; Farah e Alresheedi, 2023; Mai *et alii.*, 2023). Esta evolução deveu-se à necessidade de simplificar e padronizar o processo de restaurações e reabilitações dentárias (Miyazaki *et alii.*, 2009).

Desde o início dos meus estudos na área de Medicina Dentária, fiquei fascinado pela inter-relação entre as novas tecnologias e a prática clínica. A observação da transição do método tradicional para o digital despertou a minha curiosidade sobre os motivos que levaram a essa mudança e quais foram as implicações reais na prática clínica dos médicos dentistas e na prática laboratorial dos técnicos de prótese dentária. Como entusiasta da inovação, a oportunidade de explorar este tema surge da minha paixão por compreender em que medida os avanços tecnológicos podem influenciar positivamente a eficiência e a qualidade na área da saúde e afins.

São vários os aspetos que me despertam interesse relacionados com esta temática, nomeadamente:

- O impacto na qualidade dos serviços médico dentários - Explorar como é que a adoção do fluxo digital influencia diretamente a qualidade das próteses dentárias produzidas, considerando a precisão, ajuste e durabilidade em comparação com as técnicas tradicionais;
- A avaliação da satisfação do paciente - Investigar como é que a implementação de tecnologias digitais causa impacto na experiência do paciente; analisar se o uso dessas tecnologias reduz o tempo de espera, melhora a precisão do ajuste das próteses e contribui para uma maior satisfação geral;
- A análise económica e viabilidade financeira - Tal como no estudo dirigido por Joda and Brägger (2015), aprofundar a análise dos custos associados à transição para o fluxo digital, considerando investimentos iniciais, custos operacionais e benefícios económicos a longo prazo para laboratórios e profissionais de saúde;
- Educação e formação especializada: Investigar os desafios relacionados à formação de profissionais de prótese dentária para o uso eficaz de tecnologias digitais,

incluindo a disponibilidade de cursos especializados, a receptividade dos técnicos à capacitação digital e as barreiras percebidas;

- Tendências de mercado e competitividade - Analisar de que modo é que a adoção do fluxo digital influencia a posição competitiva dos laboratórios de prótese dentária no mercado, considerando se a capacidade de oferecer serviços digitais influencia a aquisição de clientes e parcerias com clínicas dentárias;
- Sustentabilidade ambiental - Explorar como é que a transição para o fluxo de trabalho digital pode ter implicações ambientais, considerando, por exemplo, a redução do uso de materiais tradicionais, o desperdício de recursos e o impacto global da produção digital em comparação com os métodos convencionais;
- Avaliação da eficiência operacional - Investigar como é que a implementação de tecnologias digitais otimiza os processos operacionais nos laboratórios de prótese dentária, considerando a redução do tempo de produção, a minimização de erros e a simplificação de tarefas administrativas;
- Adoção em países de diferentes realidades económicas - Comparar a adoção do fluxo de trabalho digital em laboratórios de prótese dentária em Portugal com a experiência noutros países, explorando a influência dos fatores económicos, regulamentares e culturais na transição do fluxo de trabalho tradicional para o fluxo de trabalho digital;
- Inovações tecnológicas emergentes - Considerar como é que inovações futuras, como é o caso da inteligência artificial, na concessão de próteses ou avanços na impressão 3D de materiais biocompatíveis, podem contribuir para a adoção do fluxo digital na prática laboratorial associada à medicina dentária;
- Abordagem multidisciplinar - Integrar uma perspetiva multidisciplinar que envolva não apenas profissionais de prótese dentária, mas também dentistas, engenheiros biomédicos, economistas e outros especialistas para compreender as complexas dinâmicas envolvidas na transição para o fluxo digital.

O tema escolhido, a adesão e utilização de tecnologias de fluxo digital em laboratórios de prótese dentária, apresenta-se como uma área pouco explorada em contexto nacional, sendo este mais um dos principais motivos que me conduziu a esta investigação. A ausência de estudos específicos nesta região implica uma falta no conhecimento, uma vez que não se conhece de forma detalhada como os laboratórios de prótese dentária no Grande Porto estão a integrar-se e a beneficiar das tecnologias digitais disponíveis na

atualidade. Em síntese, as motivações pessoais e acadêmicas que orientam este estudo derivam da fascinação pela convergência entre tecnologia e medicina dentária, aliada à necessidade de preencher uma lacuna de conhecimento específica na região do Grande Porto. Acredito que a investigação sobre a implementação do fluxo de trabalho digital em laboratórios de prótese dentária contribuirá significativamente para a compreensão das dinâmicas e desafios enfrentados por esses profissionais nesta fase de transição tecnológica.

1.2. Tecnologias de Fluxo Digital vs. Fluxo de Trabalho Tradicional

No fluxo de trabalho tradicional, o médico dentista utiliza técnicas convencionais para a obtenção de modelos físicos da cavidade oral do paciente com materiais de moldagem convencionais, como o alginato ou silicões, que são posteriormente enviados para produção em laboratórios de prótese dentária. A produção envolve a utilização de materiais tradicionais, como metal, cerâmica, ou resina, que são manipulados manualmente pelo técnico em prótese dentária utilizando a técnica da cera perdida (Wadhvani *et alii.*, 2005; Gjelvold *et alii.*, 2016).

As tecnologias de fluxo digital, incluem processos de digitalização tridimensional através de scanners extra e intraorais, tratamento, armazenamento, transmissão de dados eletronicamente, tecnologia de Design Assistido por Computador/Produção Assistida por Computador (CAD/CAM) e impressão 3D (Lin *et alii.*, 2019).

No fluxo de trabalho digital, todo este processo ocorre de forma digital, desde os scanners extras e intraorais utilizados pelo médico dentista para obter um modelo digital do tratamento, armazenamento e transmissão de dados até à produção da peça dentária pelo técnico de prótese (Gjelvold *et alii.*, 2016). A produção envolve a utilização de máquinas de fresagem computadorizada denominada Produção Assistida por Computador (CAM) ou impressoras 3D que constroem a prótese camada por camada a partir de materiais específicos biocompatíveis, que foram previamente desenhadas em software de Design Assistido por Computador (CAD) (Litzenburger *et alii.*, 2013; Ender and Mehl, 2015; Lin *et alii.*, 2019; Son *et alii.*, 2022).

1.3. Sistemas CAD-CAM

O sistema CAD-CAM é um sistema que através de um software específico permite planear e produzir peças dentárias, nomeadamente coroas, facetas, *inlays*, *onlays*, *vennerlays* e próteses (Susic, Travar e Susic, 2017). É essencialmente composto por 3 componentes. O primeiro componente consiste num dispositivo que faz um scanner dos dentes e de todos os tecidos de suporte envolventes, sendo responsável pela digitalização dos dados e é denominado de Inspeção Assistida por Computador (CAI). O segundo componente, consiste no computador que permite planear e desenvolver a forma corporal da restauração, denominado CAD. O terceiro componente é uma máquina de fresagem controlada digitalmente, que a partir de um bloco sólido de material básico, produz a restauração dentária, denominado CAM (Rekow, 1987).

Além de agilizar o processo, o fluxo digital proporciona uma maior precisão no resultado final, pois permite a criação de um paciente virtual através da sua capacidade de sobrepor malhas tridimensionais de diferentes exames, melhorando assim o planeamento do tratamento (Mangano *et alii.*, 2018).

A primeira tecnologia de impressão 3D foi lançada em 1986, com avanços tecnológicos significativos desde então (Farooqi e Sengupta, 2015; Barazanchi *et alii.*, 2017; Vukicevic *et alii.*, 2017). A impressora 3D é um dispositivo que utiliza tecnologia de impressão baseada em modelos CAD, que através de materiais padronizados permitem obter objetos 3D personalizados por procedimentos automáticos (Gross *et alii.*, 2014; Lin *et alii.*, 2019). Esta técnica apresenta inúmeras vantagens, nomeadamente, um alto nível de ajuste e precisão de próteses totais e dentes sobre implantes, capacidade de fácil personalização e rápida produção (Revilla-León *et alii.*, 2017; Lin *et alii.*, 2019; Prechtel *et alii.*, 2020).

1.4. Vantagens e Desvantagens da Utilização de Tecnologias de Fluxo Digital

Nos laboratórios da prótese dentária os sistemas digitais permitem uma simplificação do processo de fabrico das próteses dentárias. São várias as vantagens na utilização da tecnologia CAD/CAM, tanto para o paciente como para o médico dentista e o técnico de um laboratório de próteses dentária. Destas destacam-se melhorias nos resultados clínicos, no fluxo de trabalho e maior satisfação para o paciente (Christensen, 2008;

Miyazaki *et alii.*, 2009; Prajapati *et alii.*, 2014; Harsono e Kugel, 2015; Blackwell, Nesbit e Petridis, 2017; Susic, Travar e Susic, 2017). De seguida passamos a apresentar mais detalhadamente estas vantagens:

- Custo mais reduzido para os laboratórios, principalmente devido à redução do consumo de materiais e a uma produção e procedimentos mais simplificados (Susic, Travar e Susic, 2017);
- Maior produtividade por parte do médico dentista ou do técnico de laboratório protésico, pois tanto a criação de modelos digitais como a impressão em 3D, podem ser feitos muito rapidamente (Susic, Travar e Susic, 2017);
- O paciente passa muito menos tempo no consultório, dado que com esta tecnologia é possível realizar a produção de próteses e restauração no próprio consultório, o que permite que não haja a necessidade de várias consultas para tirar moldes e fazer ajustes (Susic, Travar e Susic, 2017);
- Restaurações produzidas com mais precisão do que as restaurações tradicionais, pois o CAD/CAM cria modelos digitais dos dentes e da estrutura da boca altamente precisos (Susic, Travar e Susic, 2017);
- Redução das probabilidades de inserir dados errados ou incompletos (Chasteen, 1992).

Um artigo recente, com o objetivo de realizar uma análise comparativa de custo/tempo para reconstruções unitárias implanto-suportadas entre o fluxo de trabalho digital e o fluxo tradicional, conclui que o fluxo de trabalho digital foi mais eficiente do que o caminho convencional, por apresentar uma redução de custos na ordem dos 18% (Joda e Brägger, 2015).

Em suma, comparativamente ao fluxo de trabalho tradicional, o fluxo de trabalho digital permite proporcionar ao paciente tratamentos mais rápidos, consultas mais curtas, melhor previsibilidade, planeamento do tratamento, redução do desconforto do paciente por não haver a necessidade de usar modelos de gesso e redução do espaço para armazenamento de dados (Gilboe e Scott, 1991; Mangano *et alii.*, 2017; Markarian *et alii.*, 2021).

Como principais desvantagens estão referidas na literatura, custos elevados de compras e gestão, necessidade de novos materiais, necessidade de formação e treino especializado, sendo o investimento inicial necessário o principal entrave a massificação destes sistemas

(Prithviraj *et alii.*, 2014; Harsono e Kugel, 2015; Tapie *et alii.*, 2015; Tran, Nesbit e Petridis., 2016).

Embora os sistemas CAD/CAM tenham sido desenvolvidos em meados dos anos 60 para a indústria de transportes, só em 1971 é que o Dr. Duret desenvolveu o primeiro dispositivo para o fabrico de próteses dentárias (Duret e Preston, 1991; American Machinist, 1998). Posteriormente, nos anos 80-90, deu-se a generalização a nível mundial (Mormann *et alii.*, 1989; Duret e Preston, 1991; Rekow, 1991; van der Zel, 1993; Andersson e Oden, 1993; Andersson *et alii.*, 1996).

Passados mais de 20 anos o sistema tradicional, manual, ainda persiste. Era importante avaliar o que se passa. Por que razão ou razões o sistema tradicional não foi completamente substituído? Este assunto é objeto de estudo na Irlanda e no Reino Unido a nível protético (Blackwell, Nesbit e Petridis, 2017). A nível clínico foi estudado em vários países, incluindo Portugal, no entanto a nível protético este assunto não foi ainda devidamente estudado (Henkel, 2007; Tran, Nesbit e Petridis, 2016; Cabral, 2017).

1.5. Objetivos

Atualmente, apesar da literatura crescente sobre a implementação de tecnologias de fluxo de trabalho digital em vários países, não existem estudos sobre a sua implementação real em Portugal, mais especificamente na região do Grande Porto. O presente estudo tem como objetivo principal analisar e descrever a adesão e utilização de tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese dentária do grande Porto.

Os objetivos secundários foram: a) Perceber o grau de desenvolvimento das tecnologias de fluxo digital na região do Grande Porto; b) Perceber quais os principais fatores que poderão influenciar a adesão a tecnologias de fluxo digital; c) Identificar que características dos laboratórios estão relacionados com a utilização de tecnologias de fluxo digital; d) Identificar limitações e proposta de novos estudos.

II. Materiais e Métodos

O estudo realizado foi do tipo descritivo e exploratório. A amostra foi de conveniência, extraída dos responsáveis de laboratórios de prótese dentária na área do grande Porto que aceitaram participar e responder a um questionário.

O questionário contém um total de 20 perguntas de escolha múltipla ou resposta simples, e está dividido em duas partes: a primeira parte inclui 5 questões (3 de escolha múltipla e 2 questões de resposta aberta) orientadas para a caracterização dos laboratórios em estudo; a segunda parte consiste em 15 questões diretamente relacionada com o uso de fluxo digital, vantagens, desvantagens e limitações do mesmo (Anexo I).

Os técnicos de laboratório foram previamente contactados por telefone após uma seleção através de uma lista total de 177 laboratórios encontrados na base de dados *Racius*. Nesta base usou-se o filtro do código CAE 32502. Este código CAE inclui não só os laboratórios de prótese, mas também, todos os fabricantes de material ortopédico, próteses e instrumentos médico-cirúrgicos das diversas áreas da medicina. O problema foi resolvido intersectando os dados do *Racius* com a base de dados *Iberinform*.

Inicialmente, o questionário foi programado para ser realizado presencialmente para obter melhor taxa de resposta (Nulty, 2008), mas à medida que os laboratórios foram sendo contactados rapidamente percebemos que a estratégia tinha de ser redefinida, visto a disponibilidade que estes tinham para receber a visita ser muito limitada (por exemplo, hora de almoço ou fim da tarde), e também, segundo o relatado pelos próprios, se tratar de uma altura do ano com grande afluência de trabalho. Foi então redefinido que o questionário seria aplicado por meios digitais, mais especificamente online através da plataforma *Google Forms*.

Os critérios de inclusão na amostra do presente estudo foram: ser o responsável pelo laboratório de prótese localizado na área do grande Porto; aceitar a declaração de consentimento informado; estar devidamente habilitado para fazer próteses dentárias. Posteriormente, caso cumprissem os critérios de inclusão, seria enviado um link de acesso ao *Google Forms* por email, contendo o questionário.

Este estudo foi submetido à Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, tendo obtido parecer positivo (Anexo II).

O tratamento estatístico foi realizado no programa *IBM SPSS Statistics 26*. O nível de significância foi de 0,05. Determinaram-se as frequências e percentagens das variáveis categóricas. Para as variáveis contínuas, calcularam-se as médias, desvio-padrão, máximo e mínimo. As associações foram calculadas usando os testes de Qui-quadrado, Cramer V, coeficiente PHI, Mann-Whitney e teste T, para as variáveis com uma distribuição normal.

III. Resultados

Num total de 177 laboratórios de prótese identificados na zona do Grande Porto, 143 (80,8%) aceitaram participar no estudo, após convite por telefone. No entanto, o número total de questionários com resposta completa foi de 52 (36,4%).

1. Caracterização dos laboratórios

Os laboratórios foram distribuídos por 4 categorias posteriormente criadas: pequenos, com 1 a 2 técnicos e até 750 casos realizados por ano; médios, com 3 a 6 técnicos, e com 750 a 1500 casos realizados por ano; grandes, com 7 a 14 técnicos e mais de 1500 casos por ano; e, por fim, muito grandes, com mais de 15 técnicos de prótese. A maior parte dos laboratórios encontram-se nas primeiras duas categorias, pequenos (48%) e médios (33%). Consequentemente, os laboratórios grandes (13%) e muito grandes (6%) eram consideravelmente em menor número.

Pergunta 1: “Quantos técnicos de prótese trabalham no vosso laboratório?”

Relativamente à primeira pergunta do questionário, os resultados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Frequência e distribuição percentual da pergunta 1 (n=52).

Nº Técnicos por laboratório	Frequência	%
1	19	36,5
2	8	15,4
3	13	25,0
4	2	3,8

6	3	5,8
7	3	5,8
10-19	2	3,8
20+	2	3,8

Pergunta 2: Qual o volume médio de trabalhos completos no último ano (2022)?

Na Tabela 2, estão apresentados os valores da frequência e distribuição percentual em relação ao volume de trabalho no ano de 2022.

Tabela 2. Frequência e distribuição percentual da pergunta 2 (n=52).

Volume de trabalho 2022	Frequência	%
0-500	16	30,8
501-1000	13	25,0
1001-1500	8	15,4
+1500	15	28,8

Pergunta 3. Há quantos anos existe este laboratório de prótese e que idade tem (técnico que está a responder)?

Os valores médios das idades dos técnicos responsáveis e do tempo de atividade dos respetivos laboratórios estão caracterizados na Tabela 3. Os técnicos foram divididos em três faixas etárias, contando com 11 técnicos com idades entre os 20-40 anos (27,5%), 26 técnicos entre 41-60 anos (65%) e 3 técnicos com mais de 60 anos (7,5%). Os laboratórios de prótese apresentaram uma média de 16,6 anos de existência.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão da pergunta 3 (n=52).

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade Técnico	45,4	1,7	25	75
Anos de existência do laboratório	16,6	1,9	3	45

Pergunta 4. Trabalham com tecnologias fluxo digital?

De um total de 52 laboratórios participantes no presente estudo, a maior parte (54%, n=28) utilizam tecnologias de fluxo digital.

Pergunta 5. Se respondeu “não” ou “já utilizei, mas deixei de utilizar” na pergunta 4, por que motivos?

À pergunta 5, os 24 laboratórios não utilizadores de tecnologias de fluxo digital apontaram como principal motivo da não utilização destas tecnologias o elevado custo das mesmas (n=19). Outros motivos referidos foram a elevada curva de aprendizagem (n=5), o facto de não encontrarem benefícios comparativamente às técnicas tradicionais (n=3), e as limitações de design e personalização (n=5).

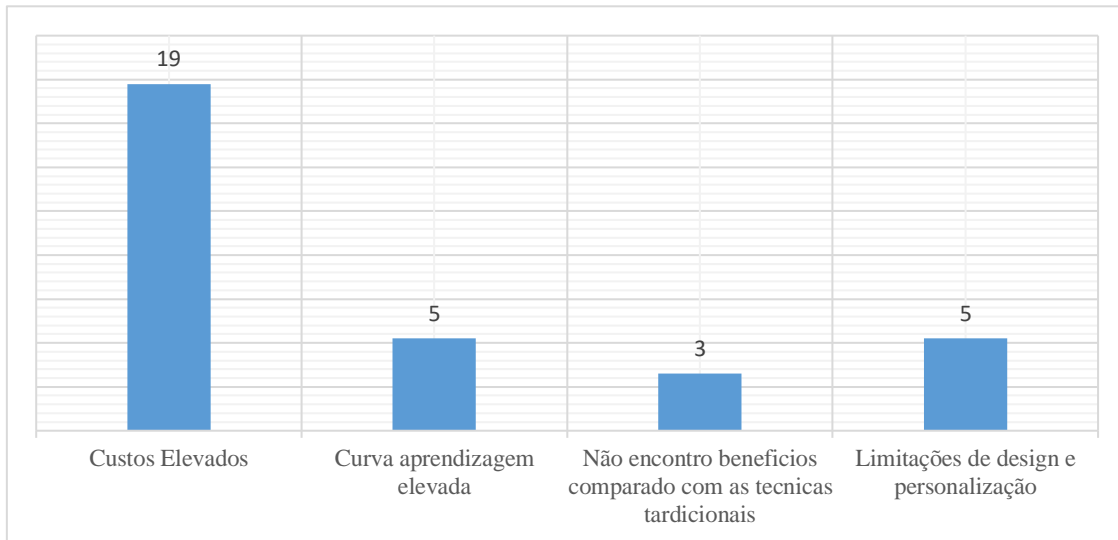


Gráfico 1. Frequência das opções de resposta à pergunta 5 (n=28).

Pergunta 6. Que sistemas digitais utiliza no seu laboratório?

Na pergunta sobre os sistemas digitais utilizados nos laboratórios de prótese, a maioria dos técnicos de laboratório referiu utilizar CAD-CAM (n=27), seguido das técnicas de impressão em 3D (n=23), digitalização e impressão de modelos (n=21), e, por fim, o armazenamento e gerenciamento eletrónico de registos e modelos (n=16).

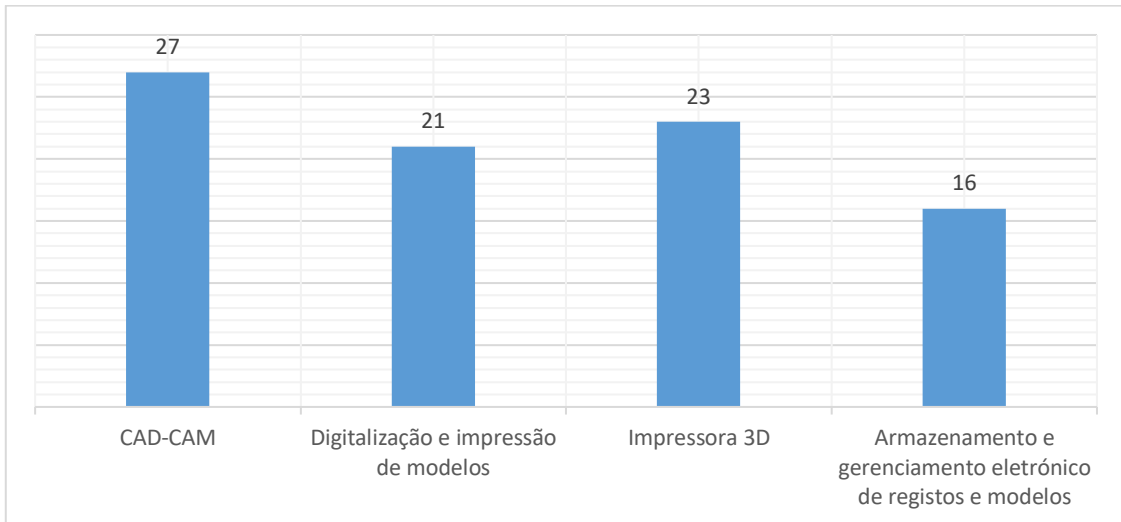


Gráfico 2. Frequência das opções de resposta à pergunta 6 (n=28).

Pergunta 7. Que nível de formação teve para trabalhar com fluxo digital?

Relativamente à formação realizada para trabalhar com fluxo digital, a maioria dos inquiridos referiu que realizaram as formações em cursos privados. 18 dos inquiridos, mencionaram que aprendeu de forma autodidata.

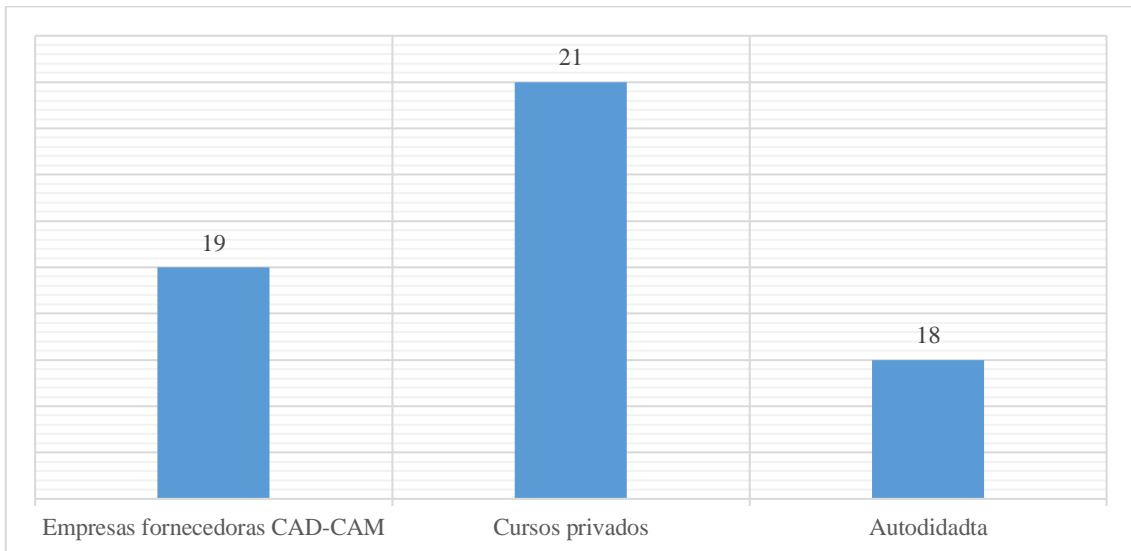


Gráfico 3. Frequência das opções de resposta à pergunta 7 (n=28).

Pergunta 7.1. Achou esta formação suficiente?

Para um total de 28 respostas, 15 ($\cong 54\%$) dos técnicos achou que a sua formação não era suficiente.

Pergunta 8. Se utiliza ambos, fluxo digital e tradicional, desde o início do ano 2023, qual tem mais pedidos de trabalho?

Para o total de 28 indivíduos que utiliza tecnologias de fluxo digital, desde o início de 2023 e num período de 6 meses, houve uma maior quantidade de pedidos de trabalho de modo tradicional 15 ($\cong 54\%$).

Pergunta 9. Prefere trabalhar com modelos analógicos, ou com digitais?

De entre os 28 técnicos que utilizam tecnologias de fluxo digital, 16 (57%) reportaram preferência para trabalhar com modelos digitais.

Pergunta 10. Que materiais utiliza mais frequentemente com os sistemas CAD/CAM?

Os resultados da pergunta 10 podem ser verificados no Gráfico 4. 28 dos técnicos de laboratório utilizam zircónia com os sistemas de CAD/CAM. Apenas 5 técnicos utilizam frequentemente resina composta e ligas metálicas.

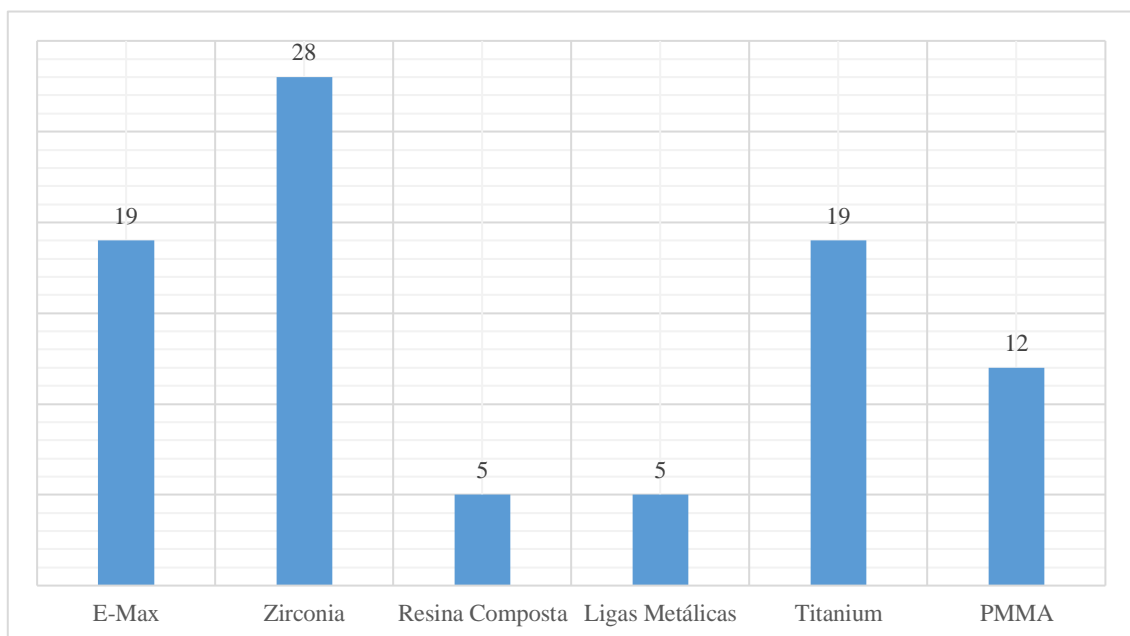


Gráfico 4. Frequência das opções de resposta à pergunta 10 (n=28).

Pergunta 11. Quando recebe o ficheiro de imagem (STL), trabalha digitalmente no software do CAD/CAM sem fazer impressão do modelo com impressora 3D?

16 dos laboratórios incluídos no estudo têm preferência em trabalhar diretamente no software CAD/CAM sem fazer impressão dos modelos com impressora 3D.

Pergunta 12. Dos modelos digitais recebidos, captados com diferentes scanners intraorais, qual tem mais facilidade em trabalhar e qual para si tem melhor qualidade de imagem?

Os dados relativos à pergunta 12 podem ser observados no seguinte Gráfico 6. 15 dos 28 laboratórios que trabalham com tecnologia de fluxo digital referem ter mais facilidade em trabalhar e melhor qualidade com o scanner Trio3Shape.

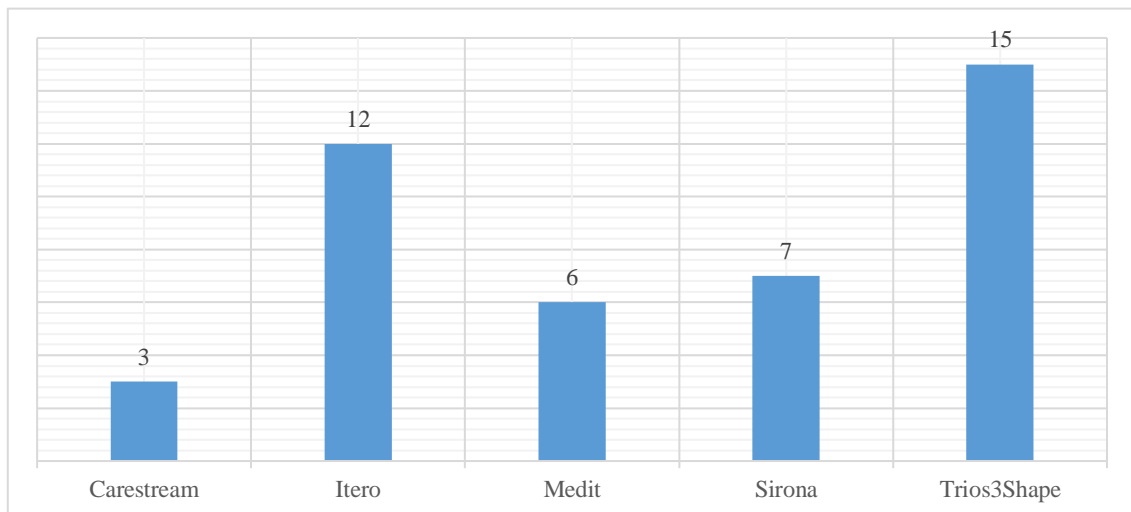


Gráfico 6. Frequência das opções de resposta à pergunta 12 (n=28).

Pergunta 13. Quais as principais vantagens para si como protésico em trabalhar com modelos digitais em vez de modelos tradicionais?

A maioria dos inquiridos referiu como principais vantagens em trabalhar com modelos digitais em vez de modelos tradicionais, a facilidade de transmissão de dados e a velocidade de trabalho e de prazos. Cerca de 46% dos técnicos de laboratório também referiram como uma das principais vantagens a maior rentabilidade.

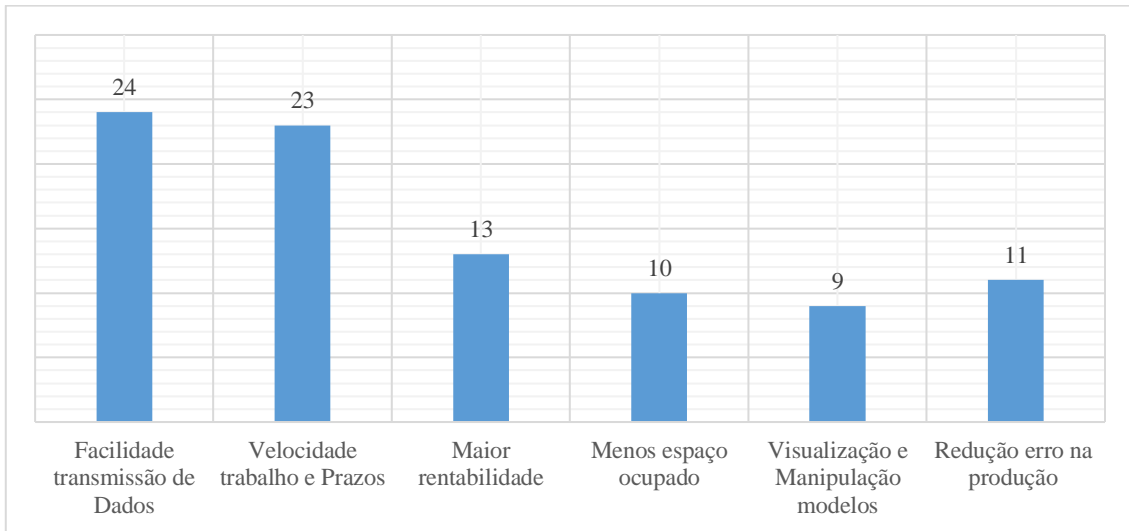


Gráfico 7. Frequência das opções de resposta à pergunta 13 (n=28).

Pergunta 14. Quais as principais desvantagens para si como protésico em trabalhar com modelos digitais em vez de tradicionais?

Como principais desvantagens da utilização de modelos digitais cerca de 12 protésicos referiram a visualização e interação com modelos, enquanto cerca de 10 técnicos referiram não reconhecer nenhuma desvantagem.

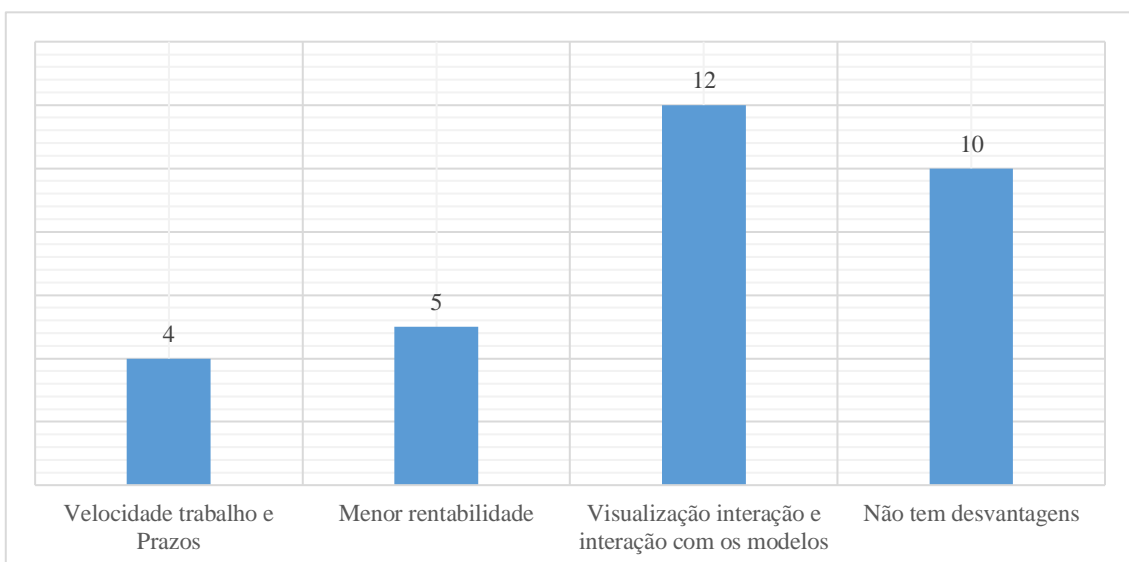


Gráfico 8. Frequência das opções de resposta à pergunta 14 (n=28).

Pergunta 15. Com que frequência os trabalhos vêm indevidamente mal *scaneados*?

No Gráfico 9 podem ser observados os resultados para a pergunta 15. 61% dos inquiridos referiram que às vezes os trabalhos vêm indevidamente *scaneados*. Apenas 21% referiram que raramente os trabalhos vêm mal *scaneados*.

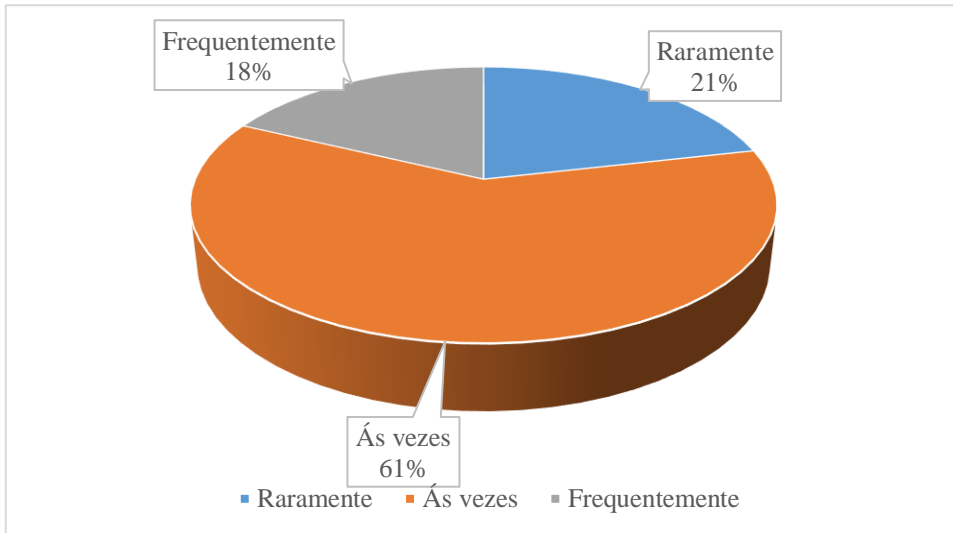


Gráfico 9. Distribuição percentual pergunta 15 (n=28).

Pergunta 16. Das expectativas que teve, conseguiu atingir alguma com os sistemas CAD/CAM?

Os resultados sobre as expectativas alcançadas com a utilização de sistemas CAD/CAM podem ser observados no Gráfico 10. As expectativas cumpridas mais frequentemente reportadas foram a melhoria da produtividade, a melhoria na qualidade dos trabalhos finais, e a melhoria da comunicação com o Médico Dentista.

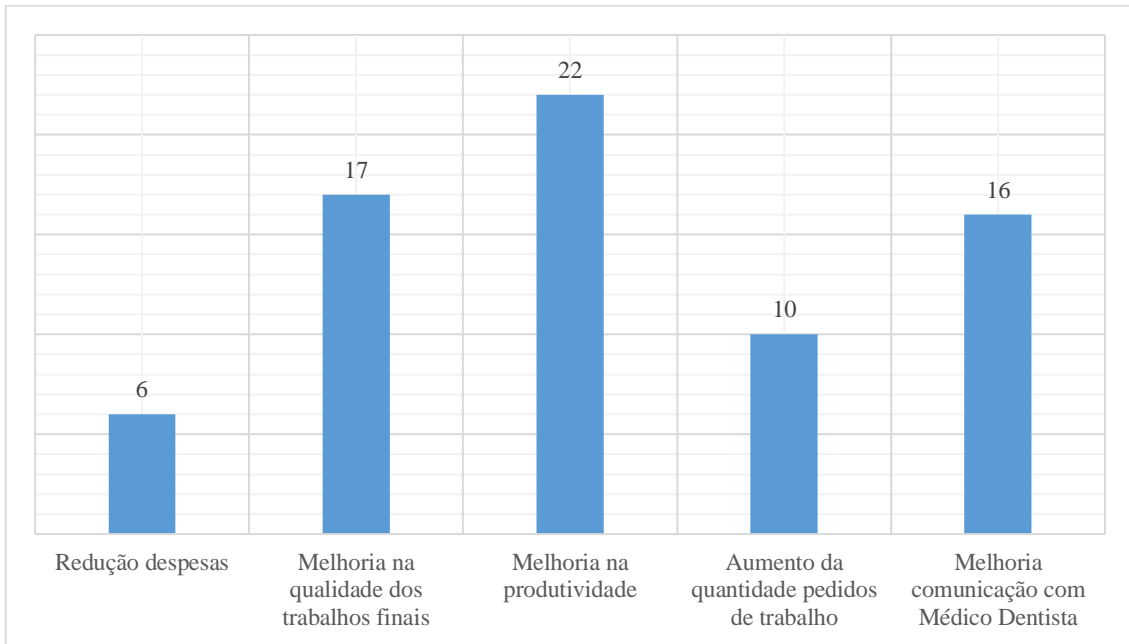


Gráfico 10. Frequência das opções de resposta à pergunta 16 (n=28).

Pergunta 17. Quais os aspetos menos satisfatórios dos trabalhos finalizados com tecnologia CAD/CAM?

No Gráfico 11 podemos observar os resultados da pergunta 17. A maior parte dos protésicos não considera que haja pontos fracos ou aspetos menos satisfatórios nos trabalhos finalizados com tecnologia CAD/CAM.

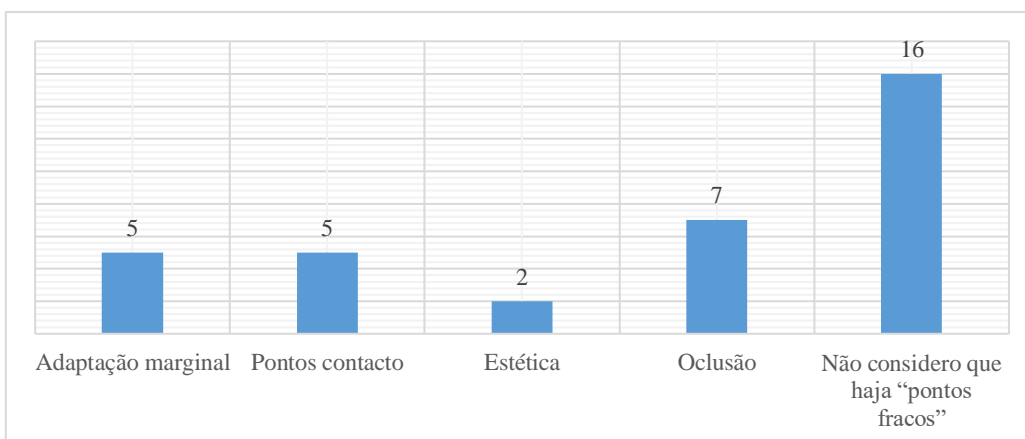


Gráfico 11. Frequência das opções de resposta à pergunta 17 (n=28).

Pergunta 18. Quanto às impressoras 3D, acha que o tipo de resina utilizada tem influência nos modelos, se sim de que forma?

De um total de 28 técnicos que utilizam a tecnologia CAD/CAM, 20 técnicos responderam que o tipo de resina influencia nos modelos, principalmente na precisão, definição e adaptação.

Pergunta 19. Já teve dificuldade/problemas em trabalhar com imagens captadas por scanner intraoral? Quais?

Os resultados da pergunta 19 podem ser observados no Gráfico 12. 10 dos inquiridos referiram a falta de detalhe e a má qualidade das imagens como uma dificuldade/problema em trabalhar com imagens captadas por scanner intraoral.

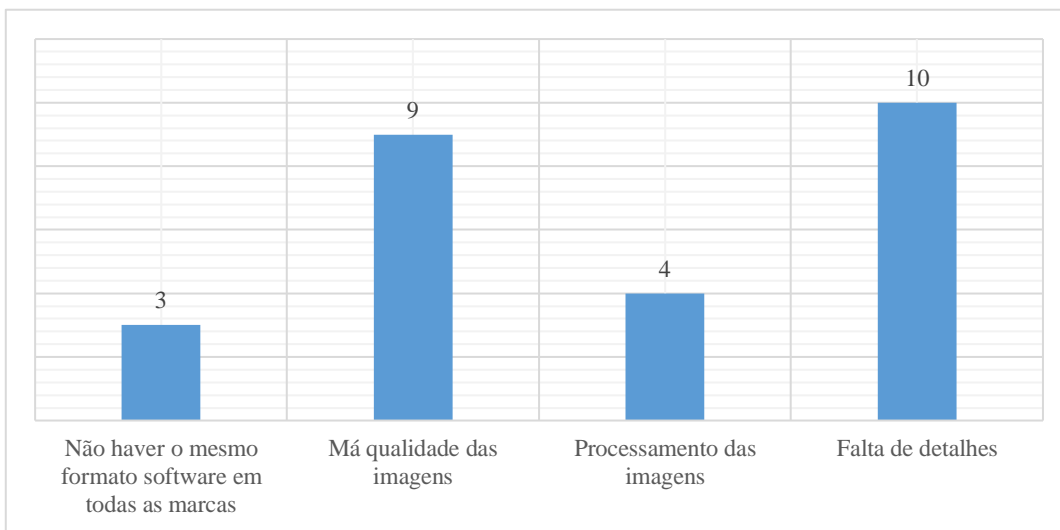


Gráfico 12. Frequência das opções de resposta à pergunta 19.

2. Análise relacional

o **Relação entre o volume de trabalho no último ano e a utilização de tecnologias de fluxo digital.**

Não se encontrou nenhuma associação estatisticamente significativa entre o volume de trabalho e a utilização de tecnologias de fluxo digital ($p=0,062$).

o **Relação entre a idade do laboratório e a utilização de tecnologias de fluxo digital.**

Com $U = 189,5$ e $p = 0,776$ é possível concluir que o tempo de atividade dos laboratórios não estava significativamente associado à utilização de tecnologias de fluxo digital.

o **Relação entre a idade do responsável e a utilização de tecnologias de fluxo digital.**

Com $T = 1.687$ e $p = 0,100$, concluímos que não existem diferenças significativas nas idades dos técnicos responsáveis dos laboratórios que utilizam ou não as tecnologias de fluxo digital.

o **Relação entre o nº de técnicos e a utilização de tecnologias de fluxo digital.**

Com $U = 140$ e $p < 0,001$ pode-se concluir que os laboratórios que utilizam tecnologias de fluxo digital têm mais técnicos a trabalhar (34) do que os que não usam (18).

o **Relação entre a autoapreciação da qualidade formativa com o tipo de formação; Cursos privados; autodidata; cursos fornecidos pelas empresas de CAD/CAM.**

Relativamente as estas relações, os testes indicaram que apenas os técnicos que tiveram formação em cursos privados referiram que as suas formações tinham sido suficientes ($\phi_c = 0,827$ e $p = 0,041$), sendo a associação considerada forte devido ao valor de ϕ_c . Quanto aos outros dois tipos de formação, não foram encontradas associações estatisticamente significativas para um valor de $p < 0,05$.

IV. Discussão

O estudo realizado visa proporcionar um melhor entendimento sobre a adoção das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese dentária na região do Grande Porto. Embora em Portugal não haja estudos deste género, lá fora este assunto tem sido abordado por vários motivos. Esta falta de estudos semelhantes em Portugal não permite grandes comparações significativas dos resultados do estudo atual com a literatura existente.

A amostra obtida foi dentro do esperado com uma taxa de participação de 36,4% dos laboratórios convidados a participar. Estes valores são semelhantes aos estudos do mesmo género (Hatzikyriakos *et alii.*, 2006; Juszczuk, Clark e Radford, 2009; Berry *et alii.*, 2014).

Para além de permitirem a elaboração de próteses com novos materiais, as tecnologias de fluxo digital também permitem a uniformização da comunicação do Médico-Dentista/Técnico de laboratório e ainda a eliminação de etapas laboratoriais e clínicas que podem gerar erros (Juszczuk, Clark e Radford, 2009; Prajapati *et alii.*, 2014; Gjelvold *et alii.*, 2016; Tran, Nesbit e Petridis, 2016; Choukse *et alii.*, 2023).

A utilização de tecnologias de fluxo digital não esteve relacionada com a idade dos técnicos de laboratório. Este resultado foi algo surpreendente uma vez que estas tecnologias são recentes. Este assunto merece ser devidamente estudado em estudos futuros, para se tentar perceber o problema. Eventualmente, uma das justificações para não ter sido encontrada nenhuma associação com a idade do técnico é o facto de as escolas de prótese dentária em Portugal serem relativamente recentes.

Neste estudo, verificou-se que o sistema tradicional para a elaboração de próteses dentárias continua a existir com uma percentagem de 46,2%. No Reino Unido e Irlanda este valor é bastante mais baixo, com apenas 18% dos laboratórios a ainda utilizarem o sistema tradicional. Os custos inerentes a estas técnicas foram referidos como o principal motivo para a não aquisição de tecnologias de fluxo digital (79,2%), e o facto de o Reino Unido e a Irlanda serem países com mais recursos económicos e de haver um maior número de laboratórios de grandes dimensões (19% vs. 56%) podem explicar estas diferenças (Blackwell *et al.*, 2017). Acresce o facto de que o presente estudo revelou que os laboratórios que têm mais técnicos nas suas equipas utilizam mais tecnologias de fluxo digital ($p < 0,05$). Estes resultados sugerem que uma vez superadas as barreiras iniciais, a adoção dessas tecnologias pode levar a um aumento na capacidade produtiva.

As tecnologias de fluxo digital provocaram uma revolução nos materiais utilizados para o fabrico de próteses dentárias. Neste estudo observou-se uma crescente preferência por novos materiais, como por exemplo as cerâmicas de alta resistência (67,9%) e as cerâmicas policristalinas (100%), que apresentem estética, durabilidade e biocompatibilidade comprovadas (Zarone *et alii.*, 2019). Os materiais sintéticos como o polimetilmetacrilato (PMMA) (42%) e resinas específicas biocompatíveis (18%) para uso

em impressoras 3D oferecem benefícios como a capacidade de serem modelados rapidamente, com precisão através do software CAD, e serem produzidos em grande escala (Pillai *et alii.*, 2021; Zafar, 2020). O custo das impressoras que trabalham com materiais biocompatíveis de utilização direta em boca é ainda mais elevado, daí uma possível justificação para os resultados encontrados no estudo. O tipo de resina utilizada nas impressoras 3D é uma consideração importante para a qualidade do trabalho final, influenciando na precisão, definição e adaptação como foi realçado nos resultados do estudo (Revilla-Leon *et alii.*, 2017; Sun *et alii.*, 2017; Tian *et alii.*, 2021).

A aprendizagem e formação prática dos operadores destes equipamentos deve ser adequada à compreensão das propriedades dos materiais e de como tirar o máximo proveito das capacidades das tecnologias digitais para criar próteses dentárias de alta qualidade (Spitznagel *et alii.*, 2018). Os resultados mostram que os técnicos que receberam formação em cursos privados tiveram maior probabilidade de considerar essa formação suficiente ($p < 0,05$). Isso destaca a importância da formação contínua uma vez que estas tecnologias de fluxo digital estão em constante evolução (Tallarico, 2020). No nosso estudo, 54% dos utilizadores das tecnologias de fluxo digital acham que a formação que tiveram foi insuficiente.

Os resultados deste estudo revelaram que a maioria dos laboratórios de prótese dentária que adotaram sistemas de tecnologias de fluxo digital relataram uma maior capacidade de gerar trabalhos com eficiência e dentro dos prazos estabelecidos (82,1%). Essa agilidade é particularmente crucial num campo onde a rapidez na entrega de restaurações dentárias desempenha um papel crucial na satisfação do paciente e na continuidade do tratamento em menos consultas de follow-up (Carreiro *et alii.*, 2021; Moraes e Cunha, 2021; Mesquita, Godoy e Vajgel, 2022).

As tecnologias de fluxo digital facilitam a comunicação e colaboração entre o Médico Dentista e o Técnico de Laboratório. Neste estudo, cerca 85% dos inquiridos que trabalham com tecnologias de fluxo digital referiram essa como uma das principais vantagens. Estes valores são descritos por outros autores em estudos anteriores (Berry *et alii.*, 2014; Juszczak, Clark e Radford, 2009). A baixa rentabilidade reportada por 46% dos envolvidos, pode ficar a dever-se aos custos iniciais e tempo de amortização destes equipamentos. Na qualidade do trabalho final, 57% dos participantes referiram que

consideraram não existir pontos fracos na utilização destas tecnologias quando comparado com as técnicas tradicionais.

No presente estudo foi importante observar que os resultados também indicam desafios associados ao uso das tecnologias de fluxo digital. Os problemas de digitalização inadequada com falta de detalhes (77%) e a dificuldade de visualização e manipulação dos modelos digitais (43%) foram referidos pelos participantes que usam estas tecnologias como principais causas de preocupação. Os problemas reportados, podem ser um indicador de que estas tecnologias ainda têm margem de evolução ou existe deficitária preparação dos operadores.

Os resultados do presente estudo também devem ser vistos à luz de algumas limitações inerentes. A recolha de dados foi executada num período de tempo limitado o que condicionou o tamanho da amostra incluída no estudo. Para a realização de um trabalho mais aprofundado e com maior grau de adesão, a recolha de dados deveria ter sido realizada presencialmente. Para que tal se sucedesse teriam que estar envolvidos vários colaboradores, o que acarretaria despesas consideráveis. Por uma questão de conveniência e porque inicialmente se pensou em realizar a recolha de dados presencial, o estudo ficou limitado à área do Grande Porto. A recolha presencial era para facilitar o acesso aos laboratórios mais tradicionais, que estão menos familiarizados com as tecnologias e por esse motivo poderiam aderir menos a este estudo. É plausível argumentar que os laboratórios mais predispostos a adotar tecnologias de fluxo digital podem ter uma probabilidade maior de participar voluntariamente no estudo, o que pode influenciar os resultados. Essa tendência pode resultar numa amostra que não seja totalmente representativa da diversidade de laboratórios na região do Grande Porto, potencialmente favorecendo aqueles mais abertos à inovação tecnológica. Portanto, é essencial interpretar os resultados com a consciência de que a amostra pode não refletir completamente a realidade de todos os laboratórios de prótese dentária na área do Grande Porto, introduzindo uma possível limitação na generalização dos achados para o conjunto da população nesta área do país. Em Portugal há também carências estruturais na organização da prática laboratorial associada à Medicina Dentária. Não existe uma instituição ou base de dados oficial de registo dos laboratórios de prótese dentária, o que levou a um gasto de tempo significativo na sua identificação. Encontraram-se inclusivamente laboratórios de prótese que nem sequer estavam registados e outros que, embora registados, estavam em processo de insolvência.

Este tema de adesão às tecnologias de fluxo digital tem vindo a ser exaustivamente estudado na prática clínica de Medicina Dentária (Henkel, 2007; Tran, Nesbit e Petridis, 2016; Cabral, 2017). No entanto, a nível da atividade laboratorial a fim há falta de estudos semelhantes (Blackwell, Nesbit e Petridis, 2017). Convém lembrar que ambas as atividades profissionais estão intimamente relacionadas, não podendo haver desenvolvimento de uma sem a outra. Há necessidade de expandir este estudo aos laboratórios em todo Portugal e resto do mundo. Seria importante também avaliar a inclusão das tecnologias de fluxo digital nos cursos de pré-graduação de Medicina Dentária e Prótese Dentária. Seria crucial compreender e moldar o futuro dessas disciplinas. Ao examinar os potenciais benefícios e desafios associados à integração das tecnologias de fluxo digital nos currículos educacionais, destaca-se a oportunidade de proporcionar aos estudantes uma exposição precoce às tecnologias mais recentes na área da prótese dentária. O desenvolvimento de competências digitais, desde a compreensão do software CAD-CAM até a manipulação de tecnologias como impressoras 3D, prepara os futuros profissionais para um mercado de trabalho cada vez mais digitalizado. No entanto, os desafios, tais como a necessidade de infraestrutura atualizada e considerações éticas, requerem estratégias para a sua superação. Além disso, a análise deve levar em conta as demandas do mercado de trabalho e como a inclusão das tecnologias de fluxo digital afeta a abordagem profissional, promovendo a colaboração interdisciplinar. Esta avaliação crítica não apenas as mudanças imediatas nas práticas de ensino, mas antecipa e molda a evolução futura da Medicina Dentária, assegurando que os futuros profissionais estejam preparados para enfrentar os desafios da constante evolução.

Uma questão fundamental que merece atenção adicional é a compreensão mais profunda das barreiras específicas que os laboratórios de prótese dentária enfrentam na adoção das tecnologias de fluxo digital em Portugal. Embora o custo tenha sido identificado como um fator significativo, seria benéfico examinar detalhadamente a natureza desses custos e como é que estes podem ser mitigados. Uma análise mais aprofundada das estratégias de financiamento disponíveis para os laboratórios, bem como a possível implementação de políticas de apoio do governo, poderia ser uma extensão valiosa desta pesquisa. A falta de uma instituição ou base de dados oficial de registo dos laboratórios de prótese dentária em Portugal é uma lacuna estrutural que pode ser abordada em estudos futuros. Investigar a possibilidade de criar uma base de dados centralizada ou colaborar com órgãos

reguladores para estabelecer um sistema de registo poderia facilitar futuras pesquisas e melhorar a compreensão da paisagem laboratorial em Portugal.

V. Conclusão

Considerando as limitações presentes neste estudo, derivadas principalmente do tamanho da amostra, foi possível concluir que a utilização de tecnologias de fluxo digital nos laboratórios está mais atrasada na área do grande Porto quando comparado a outros países. São vários os fatores que podem contribuir para esta discrepância, mas o elevado investimento e consequente maior curva de aprendizagem são os principais fatores que podem justificar este atraso de Portugal face a outros países. Assim, uma das principais conclusões do presente estudo é que a qualidade formativa específica em tecnologias de fluxo digital disponível é escassa e deve, por isso, ser aumentada e melhorada.

A maior utilização de tecnologias de fluxo digital foi observada em laboratórios de maiores dimensões e com um maior número de técnicos. Em termos sociodemográficos, a idade do técnico responsável pelo laboratório não parece ser um fator decisivo para uma maior ou menor adesão a tecnologias de fluxo digital.

Apesar do presente estudo ser um grande passo para o conhecimento da realidade do distrito do Porto em termos de aplicação de tecnologias de fluxo digital, mais estudos são necessários para uma melhor compreensão das motivações que levam a uma maior utilização destas tecnologias nos laboratórios de prótese dentária.

VI. Referências Bibliográficas

American Machinist (1998). The CAD/CAM hall of fame. Disponível em <<https://www.americanmachinist.com/cad-and-cam/article/21892098/the-cadcam-hall-of-fame>>. [Consultado em 12/07/2023].

Andersson, M. e Oden, A. (1993). A new all-ceramic crown: a dense-sintered, high purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand*, 51(1), pp. 59-64. <https://doi.org/10.3109/00016359309041149>

Andersson, M. *et alii*. (1996). Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. *J Prosthet Dent*, 76(2), pp. 187-193. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(96\)90305-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(96)90305-4)

Barazanchi A. *et alii*. (2017). Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. *J Prosthodont*, 26(2), pp. 156-163. <https://doi.org/10.1111/jopr.12510>

Berry, J. *et alii*. (2014). Communication methods and production techniques in fixed prosthesis fabrication: a UK based survey. Part 1: communication methods. *Br Dent J*, 217(6), pp. E12. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.643>

Blackwell, E., Nesbit, M. e Petridis, H. (2017). Survey on the use of CAD-CAM technology by UK and Irish dental technicians. *Br Dent J*, 222(9), pp. 689-693. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.407>

Cabral, P. M. V. (2017). Utilização da Tecnologia CAD-CAM pelos Médicos Dentistas formados nas Faculdades de Medicina Dentária Portuguesas. Disponível em <<https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/23900>>. [Consultado em 19/07/2023].

Carreiro, A. F. P. *et alii*. (2021). Masticatory efficiency, quality of life, comfort, retention and satisfaction on digital denture: case report. *Rev Gaúch Odont*, 69, e20210052. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-863720210005220200036>

Christensen, G. J. (2008). In-office CAD/CAM milling of restorations: the future? *J Am Dent Assoc*, 139(1), pp. 83-85. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0025>

- Choukse, V. *et alii.* (2023). Survey of Indian Dental Professionals Regarding the Use of Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture (CAD/CAM) Technology. *Cureus*, 15(6), pp. e40392. <https://doi.org/10.7759/cureus.40392>
- Duret, F. e Preston, J. D. (1991). CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent*, 1(2), pp. 150-154.
- Ender, A. e Mehl, A. (2015). In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int*, 46(1), pp. 9-17. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a32244>.
- Farah, R. I. e Alresheedi, B. (2023). Evaluation of the marginal and internal fit of CAD/CAM crowns designed using three different dental CAD programs: a 3-dimensional digital analysis study. *Clin Oral Investig*, 27(1), pp. 263-271. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04720-6>.
- Farooqi, K. M. e Sengupta, P. P. (2015). Echocardiography and three-dimensional printing: sound ideas to touch a heart. *J Am Soc Echocardiogr*, 28(4), pp. 398-403. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.02.005>
- Gilboe, D. B., Scott, D. A. (1991). Computer systems for dental practice management. A new generation of independent dental software. *J Can Dent Assoc*, 57(10), pp. 782-786.
- Gjelvold, B. *et alii.* (2016). Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *J Prosthodont*, 25(4), pp. 282-287. <https://doi.org/10.1111/jopr.12410>
- Gross, B. C. *et alii.* Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Anal Chem*, 86(7), pp. 3240-3253. <https://doi.org/10.1021/ac403397r>
- Harsono, M. e Kugel, G. (2015). Esthetics and computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems. In: Harsono, M., Kugel, G. (Ed.). *Esthetic Dentistry*. Elsevier, pp. 479-485.
- Hatzikyriakos, A. *et alii.* (2006). Considerations for services from dental technicians in fabrication of fixed prostheses: A survey of commercial dental laboratories in Thessaloniki, Greece. *J Prosthet Dent*, 96(5), pp. 362-366. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.08.017>

- Henkel, G.L. (2007). A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent*, 28(8), pp. 422-424, 426-428, 430-431.
- Joda, T. e Brägger, U. (2015). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res*, 26(12), pp. 1430-1435. <https://doi.org/10.1111/clr.12476>.
- Juszczuk, A. S., Clark, R. K. e Radford, D. R. (2009). UK dental laboratory technicians' views on the efficacy and teaching of clinical-laboratory communication. *Br Dent J*, 206(10), E21, pp. 532-533. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.434>
- Lin, L. *et alii.* (2019). 3D Printing and Digital Processing Techniques in Dentistry: A Review of Literature. *Adv Eng Mater*, 21(6). <https://doi.org/10.1002/adem.201801013>
- Litzenburger, A. P. *et alii.* (2013). Fully automatic CAD design of the occlusal morphology of partial crowns compared to dental technicians' design. *Clin Oral Investig*, 17(2), pp. 491-496. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0714-4>
- Mai, H. N. *et alii.* (2023). Reliability of automatic finish line detection for tooth preparation in dental computer-aided software. *J Prosthodont Res*, 67(1), pp. 138-143. https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_21_00344.
- Mangano, C. *et alii.* (2018). Combining Intraoral Scans, Cone Beam Computed Tomography and Face Scans: The Virtual Patient. *J Craniofac Surg*, 29(8), pp. 2241-2246. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004485>
- Mangano, F. *et alii.* (2017). Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), pp. 149. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>
- Markarian, R. A., *et alii.* (2021). Clinical relevance of digital dentistry during COVID-19 outbreak: a scoped review. *Braz J Oral Sci*, 19, e200201. <https://doi.org/10.20396/bjos.v19i00.8660201>
- Mesquita, V. T., Godoy, I. F. e Vajgel, B. F. C. (2022). Comparação entre próteses totais removíveis confeccionadas pelos métodos convencionais e através do método digital: revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 11(12), pp. e369111234516. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.34516>

Miyazaki, T. *et alii.* (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*, 28(1), pp. 44-56. <https://doi.org/10.4012/dmj.28.44>

Moraes, L N. O. e Cunha, M. A. P. (2021). Prótese total removível confeccionada em impressora 3D: Revisão de Literatura. *Rev Mult Psic*, 15(56), pp. 319-331. <https://doi.org/10.14295/online.v15i56.3127>

Mormann, W. H. *et alii.* (1989). Chair side computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int*, 20(5), pp. 329-339.

Nulty, D. D. (2008). The adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done? *Assess Eval High Educ*, 33(3), pp. 301-314. <https://doi.org/10.1080/02602930701293231>

Piedra-Cascón, W. *et alii* (2021). 2D and 3D patient's representation of simulated restorative esthetic outcomes using different computer-aided design software programs. *J Esthet Restor Dent*, 33(1), pp. 143-151. <https://doi.org/10.1111/jerd.12703>

Pillai, S. *et alii.* (2021). Dental 3D-Printing: Transferring Art from the Laboratories to the Clinics. *Polymers (Basel)*, 4;13(1), pp. 157. <https://doi.org/10.3390/polym13010157>.

Prajapati, A. *et alii.* (2014). Dentistry Goes Digital: A Cad-Cam Way – A Review Article. *IOSR-JDMS*, 13(8), pp. 53-59. <https://doi.org/10.9790/0853-13845359>

Prechtel, A. *et alii.* (2020). Comparison of various 3D printed and milled PAEK materials: Effect of printing direction and artificial aging on Martens parameters. *Dent Mater*, 36(2), pp. 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.11.017>

Prithviraj, D. R. *et alii.* (2014) Revolutionizing restorative dentistry: an overview. *J Indian Prosthodont Soc*, 14(4), pp. 333-343. <https://doi.org/10.1007/s13191-014-0351-5>

Rekow, E. D (1991). Dental CAD/CAM systems: what is the state of the art? *J Am Dent Assoc*, 122, pp. 43-48. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1991.0205>.

Revilla-Leon, M. *et alii.* (2017). Impression technique for a complete-arch prosthesis with multiple implants using additive manufacturing technologies. *J Prosthet Dent*, 117(6), pp. 714–720. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.08.036>

- Son, Y. T., Son, K., Lee, K. B. (2022). Trueness of intraoral scanners according to subgingival depth of abutment for fixed prosthesis. *Sci Rep*, 12(1), pp. 20786. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23498-x>
- Spitznagel, F. A. *et alii.* (2018). CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *J Dent Res*, 97(10), pp. 1082-1091. <https://doi.org/10.1177/0022034518779759>
- Sun, Y. *et alii.* (2017). Clinical evaluation of final impressions from three-dimensional printed custom trays. *Sci Rep*, 7(1), pp. 14958. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14005-8>
- Susic, I., Travar, M. e Susic, M. (2017). The application of CAD/CAM technology in Dentistry. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, 200, 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/200/1/012020>
- Tapie, L. *et alii.* (2015). Understanding dental CAD/CAM for restorations--the digital workflow from a mechanical engineering viewpoint. *Int J Comput Dent*, 18(1), pp. 21-44.
- Tallarico, M. (2020). Computerization and Digital Workflow in Medicine: Focus on Digital Dentistry. *Materials (Basel)*, 13(9), pp. 2172. <https://doi.org/10.3390/ma13092172>
- Tian, Y. *et alii.* (2021). A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*, 9950131. <https://doi.org/10.1155/2021/9950131>
- Tran, D., Nesbit, M. e Petridis, H. (2016). Survey of UK dentists regarding the use of CAD/CAM technology. *Br Dent J*, 221(10), pp. 639-644. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.862>
- van der Zel, J. M. (1993). Ceramic-fused-to-metal restorations with a new CAD/CAM system. *Quintessence Int*, 24, pp. 769-778.
- Vukicevic, M. *et alii.* Cardiac 3D Printing and its Future Directions. *JACC Cardiovasc Imaging*, 10(2), pp. 171-184. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.12.001>
- Wadhvani, C. P. *et alii.* (2005). Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*, 93(6), pp. 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.03.007>

Zafar, M. S. (2020). Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update. *Polymers (Basel)*, 12(10), pp. 2299. <https://doi.org/10.3390/polym12102299>

Zarone, F. *et alii.* (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health*, 19(1), pp. 134. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>.

Anexos

Anexo I – Questionário e consentimento informado

- **Questionário online e consentimento informado**

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfipyVeGJIcMBr3jnsL_gjx1C6lm8rpD812B7kSrE6R9McodA/viewform?usp=sf_link

- **Análise da utilização das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese do Grande Porto**

Caro/a participante,

Este questionário tem como objetivo avaliar o impacto das tecnologias de fluxo digital na atividade protética e foi elaborado para a obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária por João Pedro Ramos Carvalho sob orientação do Professor Doutor Hélder José Martins Esteves e aprovado pela Universidade Fernando Pessoa.

É importante ressaltar que a participação neste estudo é voluntária e anônima, e que seus dados serão tratados de forma confidencial e privada. Ao responder a este questionário, você concorda em participar deste estudo, entendendo que não há riscos ou benefícios diretos para a sua pessoa. Tem o direito de interromper a sua participação a qualquer momento, caso assim o deseje, sem nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Os resultados deste estudo serão utilizados para fins acadêmicos e poderão ser publicados em revistas especializadas ou apresentados em conferências científicas. A sua participação é de grande importância para a realização deste trabalho.

Se concorda em participar deste estudo, por favor responda às perguntas do questionário de forma completa. Agradecemos antecipadamente pela sua colaboração e participação.

Investigador: João Pedro Ramos Carvalho

Email: questionarioprotesegrandeporto@gmail.com

Contacto: 934 867 984

Assinatura do responsável laboratorial: _____

1. Quantos técnicos de prótese trabalham no vosso laboratório? (colocar número)

2. Qual o volume médio de trabalhos completos no último ano (2022)?

_____ 0-500

_____ 501-1000

_____ 1001-1500

_____ +1500

3. Há quantos anos existe este laboratório de prótese e que idade tem (técnico que está a responder)?

_____ Sim

_____ Não

_____ Já utilizei, mas deixei de utilizar

4. Trabalham com tecnologias fluxo digital?

_____ Sim

_____ Não

_____ Já utilizei, mas deixei de utilizar

5. Se respondeu “não” ou “já utilizei, mas deixei de utilizar” na pergunta 4, por que motivos?

_____ Custos elevados

_____ Não estou informado do ponto de vista tecnológico

- Curva de aprendizagem elevada
- Não encontro benefícios comparado com as técnicas tradicionais
- Limitações de design e personalização

Se não utiliza tecnologias de fluxo digital, o seu inquérito está finalizado (scroll para baixo e enviar), caso utilize continue por favor.

6. Que sistemas digitais utiliza no seu laboratório?

- CAD (Computer Aided Design)
- CAM (Computer Aided Manufacturing)
- Impressora 3D
- Digitalização de impressões e/ou modelos
- Armazenamento e gerenciamento eletrônico de registos e modelos

7. Que nível de formação teve para trabalhar com fluxo digital?

- Empresas fornecedores CAD-CAM
- Cursos privado
- Autodidata

7.1. Achou esta formação suficiente?

- Sim
- Não

8. Se utiliza ambos, fluxo digital e tradicional, desde o início do ano 2023, qual tem mais pedidos de trabalho?

- Digital
- Tradicional

9. Prefere trabalhar com modelos analógicos, ou com digitais?

- Analógicos

_____ Digitais

10. Que materiais utiliza mais frequentemente com os sistemas CAD-CAM?

_____ Cerâmicas de alta resistência/reforçadas (ex: E-max)

_____ Cerâmicas policristalinas (ex: Zircónia ou Alumina)

_____ Resina composta

_____ Ligas Metálicas

_____ Titanium

11. Quando recebe o ficheiro de imagem (STL), trabalha digitalmente no software do CAD-CAM sem fazer impressão do modelo com impressora 3D?

_____ Sim

_____ Não

12. Dos modelos digitais recebidos, captados com diferentes scanners intraorais, qual tem mais facilidade em trabalhar e qual para si tem melhor qualidade de imagem?

_____ Sirona Cerec (Omniscam, Bluecam)

_____ Trios 3Shape

_____ Carestream

_____ Planmeca Planscan

_____ Condorscan

_____ iTero Element

_____ Lava COS

_____ 3M TrueDefinition

_____ Não sei com que scanner foi captada a imagem

13. Quais as principais vantagens para si como protésico em trabalhar com modelos digitais em vez de modelos tradicionais?

- Facilidade transmissão de dados
- Velocidade/tempo trabalho
- Maior rentabilidade
- Menos espaço ocupado (modelos analógicos)
- Prazos
- Visualização e manipulação modelos
- Redução de erro na produção do modelo

14. Quais as principais desvantagens para si como protésico em trabalhar com modelos digitais em vez de tradicionais?

- Velocidade/tempo trabalho
- Menor rentabilidade
- Prazos
- Visualização e interação com os modelos
- Enceramento

15. Com que frequência os trabalhos vêm indevidamente mal *scaneados*?

- Nunca veio
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Sempre

16. Das expectativas que teve, conseguiu atingir alguma com os sistemas CAD-CAM?

- Redução de despesas
- Melhoria na qualidade dos trabalhos finais
- Melhoria na produtividade
- Aumento da quantidade de pedidos de trabalho
- Melhoria comunicação com Médico Dentista

17. Quais os aspetos menos satisfatórios dos trabalhos finalizados com tecnologia CAD-CAM?

- Adaptação Marginal
- Pontos de contacto
- Estética
- Oclusão
- Não considero que haja “pontos fracos”

18. Quanto às impressoras 3D, acha que o tipo de resina utilizada influencia nos modelos, se sim de que forma? (responder em outra opção)

- Sim
- Não
- Não utilizo impressora 3D

Outra opção: _____

19. Já teve dificuldade/problemas em trabalhar com imagens captadas por scanner intraoral? Quais?

- Não haver o mesmo formato de software em todas as marcas
- Má qualidade das imagens
- Processamento das imagens (dificuldade no software)
- Falta de detalhes
- Dificuldades de comunicação

Anexo II – Autorização da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa para realização do estudo.



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

Exma. Senhora
Prof. Doutora Sandra Gavinha
Diretora da FCS

Nº	Data
FCS/MED – 417/23-2	4 de Julho de 2023

Exma. Senhora Professor Doutora,

A Comissão de Ética analisou a resubmissão do projeto de investigação apresentado por João Pedro Ramos Carvalho, intitulado "Análise da utilização das tecnologias de fluxo digital nos laboratórios de prótese do Grande Porto", a realizar no âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Dentária.

O estudo tem como finalidade analisar a incorporação do fluxo digital nos laboratórios de prótese do Grande Porto.

Todos os esclarecimentos solicitados em parecer anterior foram entregues.

Deste modo, a Comissão de Ética nada tem a opor quanto à realização deste estudo.

Com os melhores cumprimentos.

A Presidente da
Comissão de Ética da UFP


Inês Lopes Cardoso



FUNDAÇÃO ENSINO E CULTURA "FERNANDO PESSOA"

N.º 502 037 902 • Reg. Comercial n.º 26 Conservatório do Registo Comercial do Porto

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
Praça 9 de Abril, 349 • 4249-004 Porto • Portugal
T. +351 22 507 1300* • <https://www.ufp.pt>
geral@fundacaofernandopessoa.pt

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
Rua Carlos de Maia, 296 • 4200-150 Porto • Portugal
T. +351 22 507 4630* • <https://www.ufp.pt>
geral@fundacaofernandopessoa.pt

FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Praça 9 de Abril, 349 • 4249-004 Porto • Portugal
T. +351 22 507 1300* • <https://www.ufp.pt>
geral@fundacaofernandopessoa.pt

* (chamada para e rede fixa nacional)

Tabulação cruzada - Qual o volume médio de trabalhos completos no último ano (2022)? * Trabalham com fluxo digital?					
			Trabalham com fluxo digital?		Total
			Não	Sim	
Qual o volume médio de trabalhos completos no último ano (2022)?	0-500	Contagem	11	5	16
		Contagem Esperada	7,4	8,6	16,0
	501-1000	Contagem	7	6	13
		Contagem Esperada	6,0	7,0	13,0
	1001-1500	Contagem	2	6	8
		Contagem Esperada	3,7	4,3	8,0
	+1500	Contagem	4	11	15
		Contagem Esperada	6,9	8,1	15,0
Total		Contagem	24	28	52
		Contagem Esperada	24,0	28,0	52,0

Associação		Valor	Significância Aproximada
Nominal por Nominal	Fi	,375	,062
	V de Cramer	,375	,062
	Coeficiente de contingência	,351	,062
N de Casos Válidos		52	

Testes de Normalidade							
	Trabalham com fluxo digital?	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig	Estatística	gl	Sig
Há quantos anos existe este laboratório de prótese?	Não	,270	20	,001	,821	20	,002
	Sim	,143	20	,200*	,925	20	,122
*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.							
a. Correlação de Significância de Lilliefors							

Postos				
	Trabalham com fluxo digital?	N	Posto Médio	Soma de Classificações
Há quantos anos existe este laboratório de prótese?	Não	20	19,98	399,50
	Sim	20	21,03	420,50
	Total	40		

Estatísticas de teste^a	
	Há quantos anos existe este laboratório de prótese?
U de Mann-Whitney	189,500
Wilcoxon W	399,500
Z	-,285
Significância Sig. (bilateral)	,776
Sig exata [2*(Sig. de 1 extremidade)]	,779 ^b
a. Variável de Agrupamento: Trabalham com fluxo digital?	
b. Não corrigido para vínculos.	

Testes de Normalidade							
	Trabalham com fluxo digital?	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Idade tem (técnico que está a responder)?	Não	,173	20	,120	,943	20	,273
	Sim	,152	20	,200*	,946	20	,312

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Descritivos					
	Trabalham com fluxo digital?		Estatística	Desvio Padrão	
Idade tem (técnico que está a responder)?	Não	Média	48,20	2,598	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	42,76	
			Limite superior	53,64	
		5% da média aparada	47,61		
		Mediana	44,00		
		Variância	135,011		
		Erro Padrão	11,619		
		Mínimo	32		
		Máximo	75		
		Amplitude	43		
		Amplitude interquartil	17		
		Assimetria	,750	,512	
	Curtose	-,043	,992		
	Sim	Média	42,50	2,160	
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	37,98	
			Limite superior	47,02	
5% da média aparada		42,56			
Mediana		45,00			
Variância	93,316				

	Erro Padrão	9,660	
	Mínimo	25	
	Máximo	59	
	Amplitude	34	
	Amplitude interquartil	12	
	Assimetria	-,241	,512
	Curtose	-,322	,992

Estatísticas de grupo						
	Trabalham com fluxo digital?	N	Média	Erro Desvio	Erro padrão da média	
Idade tem (técnico que está a responder)?	Não	20	48,20	11,619	2,598	
	Sim	20	42,50	9,660	2,160	

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		Z	Sig.	t	df	Sig. (2 extr.)	Dif. média	Erro padrão de dif.	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inf	Sup
Idade tem (técnico que está a responder)?	Var. iguais assumidas	1,015	,320	1,687	38	,100	5,700	3,379	-1,14	12,54
	Var. iguais não assumidas			1,687	36,774	,100	5,700	3,379	-1,15	12,55

Testes de Normalidade								
		Trabalham com fluxo digital?	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
			Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Quantos técnicos de prótese trabalham no vosso laboratório?	Não		,302	24	,000	,610	24	,000
	Sim		,305	28	,000	,657	28	,000

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Postos				
	Trabalham com fluxo digital?	N	Posto Médio	Soma de Classificações
Quantos técnicos de prótese trabalham no vosso laboratório?	Não	24	18,33	440,00
	Sim	28	33,50	938,00
	Total	52		

Estatísticas de teste^a	
	Quantos técnicos de prótese trabalham no vosso laboratório?
U de Mann-Whitney	140,000
Wilcoxon W	440,000
Z	-3,727
Significância Sig. (bilateral)	,000
a. Variável de Agrupamento: Trabalham com fluxo digital?	

Crosstab					
			Que nível de formação teve para trabalhar com fluxo digital? -Autodidata		Total
			Não	Sim	
Achou esta formação suficiente?	Não	Contagem	4	9	13
		Contagem Esperada	4,6	8,4	13,0
	Sim	Contagem	6	9	15
		Contagem Esperada	5,4	9,6	15,0
Total		Contagem	10	18	28
		Contagem Esperada	10,0	18,0	28,0

Medidas Simétricas			
		Valor	Significância Aproximada
Nominal por Nominal	Fi	-,096	,611
	V de Cramer	,096	,611
	Coefficiente de contingência	,096	,611
N de Casos Válidos		28	

Crosstab					
			Que nível de formação teve para trabalhar com fluxo digital? - Cursos privado		Total
			Não	Sim	
Achou esta formação suficiente?	Não	Contagem	3	10	13
		Contagem Esperada	3,3	9,8	13,0
	Sim	Contagem	4	11	15
		Contagem Esperada	3,8	11,3	15,0
Total		Contagem	7	21	28
		Contagem Esperada	7,0	21,0	28,0

Medidas Simétricas			
		Valor	Significância Aproximada
Nominal por Nominal	Fi	-,041	,827
	V de Cramer	,041	,827
	Coeficiente de contingência	,041	,827
N de Casos Válidos		28	

Crosstab					
			Que nível de formação teve para trabalhar com fluxo digital? -Empresas fornecedores CAD-CAM		Total
			Não	Sim	
Acho esta formação suficiente?	Não	Contagem	5	8	13
		Contagem Esperada	4,2	8,8	13,0
	Sim	Contagem	4	11	15
		Contagem Esperada	4,8	10,2	15,0
Total		Contagem	9	19	28
		Contagem Esperada	9,0	19,0	28,0

Medidas Simétricas			
		Valor	Significância Aproximada
Nominal por Nominal	Fi	,126	,505
	V de Cramer	,126	,505
	Coeficiente de contingência	,125	,505
N de Casos Válidos		28	