



**Análise comparativa entre a técnica por
Impressão CAD/CAM e a técnica Tradicional
no fabrico de Ortóteses de Tronco para
tratamento de Escoliose Idiopática do
Adolescente: custos e benefícios**

ANDREIA FILIPA AMADO BANHA CRISTO

Dissertação no âmbito do Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em
Saúde

Maio de 2026



Análise comparativa entre a técnica por Impressão CAD/CAM e a técnica Tradicional no fabrico de Ortóteses de Tronco para tratamento de Escoliose Idiopática do Adolescente: custos e benefícios

ANDREIA FILIPA AMADO BANHA CRISTO

Dissertação no âmbito do Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde

ORIENTADORES

André Filipe Coelho

Paulo Manuel Gonçalves Palma

JÚRI

Margarida Maria e Silva Eiras

Sérgio Santos Gaspar da Cunha

(esta versão incluiu as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Maio de 2026

DECLARAÇÃO DE DIREITOS DE CÓPIA

Eu, Andreia Filipa Amado Banha Cristo declaro, para os devidos efeitos, que a presente dissertação intitulada “*Análise comparativa entre a técnica por impressão Cad/Cam e a técnica tradicional no fabrico de ortóteses de tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente: custos e benefícios*” é fruto da minha investigação original e do meu trabalho pessoal, sendo devidamente identificadas todas as fontes consultadas e citadas de acordo com as normas académicas em vigor.

Declaro, ainda, que este trabalho não foi submetido, a nenhuma outra instituição de ensino superior com vista à obtenção de um grau académico ou qualificação profissional.

Autorizo que a presente dissertação seja utilizada para fins académicos, científicos e de investigação, desde que devidamente citada, nos termos da legislação em vigor sobre direitos de autor e propriedade intelectual.

Lisboa, setembro de 2025

DEDICATÓRIA/AGRADECIMENTOS

Este mestrado representa, para mim, a concretização de um sonho adiado por 15 anos, mas finalmente realizado com perseverança, dedicação e com o apoio de pessoas muito especiais.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus orientadores, Doutor André Coelho e Dr. Paulo Palma, pela orientação científica, disponibilidade constante e pelas valiosas sugestões que enriqueceram este trabalho. Agradeço igualmente à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa e a todos os docentes do Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde, pelo conhecimento transmitido ao longo deste percurso académico.

Um agradecimento muito especial aos Ortoprotésicos participantes deste estudo, pela generosidade em partilhar o seu tempo, experiência e perspetivas, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Ao meu marido, Hugo, companheiro incansável, agradeço pelo amor, pela paciência e pela força que sempre me transmitiu. Às minhas filhas, Laura e Victória, a quem dedico este trabalho, agradeço pelos abraços nos momentos de maior cansaço e por me lembrarem todos os dias do verdadeiro sentido de tudo o que faço. Peço-lhes também desculpa por todos os momentos em que foram privadas da minha companhia devido às exigências do estudo, mas espero, acima de tudo, que sintam orgulho da mãe.

À avó Rosa, a pessoa mais maravilhosa do mundo, deixo um agradecimento eterno, por ser fonte de inspiração, de carinho e de exemplo de vida. Este trabalho é também por ela.

Aos meus pais e à minha sogra, pela confiança e, sobretudo, por tantas vezes terem cuidado das minhas filhas, permitindo-me assistir às aulas, participar em trabalhos de grupo e dedicar tempo ao estudo e à pesquisa. À Daniela, companheira de todas as horas, agradeço pela amizade genuína e pelo suporte inestimável. À restante família, amigos, colegas e não menos importantes, parceiros de treino, que tantas vezes me deram força e motivação nos momentos de maior stress, deixo igualmente o meu profundo obrigado.

A todos, expresso a minha sincera gratidão, pois cada conquista desta etapa também vos pertence.

Resumo

Introdução: A evolução tecnológica na ortoprotesia tem impulsionado a adoção de novos métodos de fabrico, nomeadamente o sistema CAD/CAM. No tratamento da Escoliose Idiopática do Adolescente (EIA), as ortóteses de tronco assumem papel central, e a sua eficácia depende da qualidade técnica, da rapidez de fabrico e da adaptação individual. Neste contexto, torna-se fundamental analisar comparativamente as técnicas tradicional e digital, do ponto de vista dos profissionais responsáveis pela sua implementação. **Materiais e Métodos:** Este estudo assumiu natureza observacional, analítica e de abordagem qualitativa, tendo recorrido à técnica do painel Delphi em duas rondas consecutivas. Participaram sete ortoprotésicos portugueses, com experiência prática em ambas as técnicas. A recolha de dados foi realizada através de entrevistas semiestruturadas, posteriormente transcritas e sujeitas a análise de conteúdo. **Resultados:** Os participantes referiram perceções amplamente favoráveis ao sistema CAD/CAM, destacando a maior rapidez do processo, a previsibilidade dos prazos de entrega e o aumento da produtividade. Em termos de custos, não se observou consenso entre os participantes: embora o investimento inicial seja apontado como barreira, alguns profissionais assinalaram a sustentabilidade da tecnologia em contextos com volume de produção adequado e suporte técnico eficiente. Relativamente aos desfechos de processo, foram evidenciadas a maior precisão na adaptação da ortótese, a satisfação dos utentes e a possibilidade de rastreabilidade digital. **Discussão e Conclusão:** Os dados obtidos sugerem que o CAD/CAM constitui uma alternativa tecnologicamente vantajosa, com potencial para otimizar recursos e melhorar a qualidade assistencial. Contudo, a técnica tradicional mantém relevância em situações clínicas complexas, pelo que a coexistência de ambos os métodos se revela pertinente. A eficácia da implementação do CAD/CAM depende, em grande medida, da infraestrutura disponível, do volume de produção e das competências técnicas dos profissionais envolvidos.

Palavras-chave: Ortoprotesia; Escoliose idiopática do adolescente; Ortóteses de tronco; CAD/CAM; Avaliação de tecnologias em saúde.

Abstract

Introduction: Technological advances in orthotics have fostered the adoption of new manufacturing methods, namely the CAD/CAM system. In the treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS), trunk orthoses play a central role, and their effectiveness depends on technical quality, manufacturing speed, and individual adaptation. In this context, it is essential to comparatively analyse the traditional and digital techniques, from the perspective of the professionals responsible for their implementation. **Materials and Methods:** This study was observational, analytical, and qualitative in nature, using the Delphi panel technique in two consecutive rounds. Seven Portuguese orthotists with practical experience in both techniques participated. Data collection was carried out through semi-structured interviews, later transcribed and subjected to content analysis. **Results:** Participants reported predominantly favourable perceptions of the CAD/CAM system, highlighting faster processes, predictability of delivery times, and increased productivity. Regarding costs, no consensus was observed: although the initial investment was identified as a barrier, some professionals noted the technology's sustainability in contexts with adequate production volume and efficient technical support. Concerning process outcomes, greater accuracy in orthosis adaptation, patient satisfaction, and the possibility of digital traceability were emphasized. **Discussion and Conclusion:** The findings suggest that CAD/CAM represents a technologically advantageous alternative, with potential to optimize resources and improve quality of care. However, the traditional technique remains relevant in complex clinical situations, so the coexistence of both methods proves to be pertinent. The successful implementation of CAD/CAM largely depends on available infrastructure, production volume, and the technical skills of the professionals involved.

Keywords: Orthotics and Prosthetics; Adolescent Idiopathic Scoliosis; Trunk orthoses; CAD/CAM; Health Technology Assessment.

ÍNDICE GERAL

DECLARAÇÃO DE DIREITOS DE CÓPIA.....	ii
DEDICATÓRIA/AGRADECIMENTOS.....	iii
Resumo	v
Abstract	vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
Lista de abreviaturas.....	xiii
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	3
2.1 Escoliose: conceito e enquadramento histórico.....	3
2.2 Classificação e critérios de diagnóstico.....	3
2.3 Escoliose idiopática do adolescente: prevalência e impacto clínico.....	6
2.4 Etiologia da Escoliose idiopática do adolescente	6
2.5 Avaliação, diagnóstico e critérios de progressão da Escoliose idiopática do adolescente.....	7
2.6 Abordagens terapêuticas: tratamento conservador vs. cirúrgico.....	7
2.7 Ortóteses de tronco: tipos, materiais e princípios de funcionamento	8
2.8 Tecnologia CAD/CAM vs. Técnica tradicional no fabrico de coletes	12
2.9 Perceção dos ortoprotésicos e pertinência do estudo	13
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo geral.....	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. Metodologia.....	16
4.1 Desenho do Estudo	16
4.2 Amostra e Critérios de Inclusão	16
4.3 Instrumentos de Recolha de Dados	17
4.4 Procedimentos de Recolha de Dados	18
4.5 Análise de Dados.....	19
4.6 Considerações Éticas	19
5. Resultados	21
5.1 Resultados da primeira ronda	21

5.1.1	Caracterização dos Participantes.....	21
5.1.2	Perceção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico	22
5.1.3	Perceção dos entrevistados sobre o impacto do Custo	30
5.1.4	Perceção dos entrevistados sobre o impacto no tempo de produção	43
5.1.5	Perceção dos desfechos relacionados com o processo de produção.....	48
5.1.6	Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes	55
5.2	Resultados da segunda ronda	60
5.2.1	Perceções sobre Formação e acesso à tecnologia CAD/CAM	60
5.2.2	Perceção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico	63
5.2.3	Perceção dos entrevistados sobre o impacto do Custo	65
5.2.4	Perceção sobre o impacto no tempo de produção	68
5.2.5	Perceção dos desfechos relacionados com o processo de produção.....	69
5.2.6	Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes	70
6.	Discussão de resultados	73
6.1	Interpretação geral dos resultados	73
6.2	Tempo de fabrico	74
6.3	Custos	75
6.4	Desfechos relacionados com o processo de produção.....	77
6.5	Implicações práticas para o setor.....	78
6.6	Limitações do estudo	79
7.	Conclusões	80
	Referencias bibliográficas	84
	Apêndices.....	88
	Apêndice I: Modelo de convite à participação no estudo.....	xv
	Apêndice II: Informação ao participante e declaração de consentimento esclarecido para participação em investigação.....	xvii
	Apêndice III – Guião de Entrevista Semiestruturada relativa ao estudo de investigação (Ronda um)	xix
	Apêndice IV – Guião do Painel de Delphi a ser aplicado ao estudo de investigação (Ronda dois).....	xxiii

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação da escoliose idiopática de acordo com a idade, localização do ápice da curva e gravidade - (Adaptado de Negrini et al. (2018), com inclusão da categoria “Adulto” conforme descrito nas diretrizes SOSORT 2016)..... 6

Tabela 2: Diversos tipos de ortótese de tronco para EIA. 10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Determinação do ângulo de Cobb no plano coronal. Adaptado de Kim HJ et.al, AOFoundation (2025)	5
---	---

Lista de abreviaturas

CAD/CAM – *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*

CNC - *Computer Numerical Control*

CTLSSO – Ortótese cérvico-tóraco-lombo-sagrada

EIA – Escoliose Idiopática do Adolescente

ESSL – Escola Superior de Saúde de Lisboa

EVA – Etileno-acetato de vinilo

HDPE – Polietileno de alta densidade

SOSORT - Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment

SRS – *Scoliosis Research Society*

TLSO – Ortótese tóraco-lombo-sagrada

1. Introdução

O presente estudo surge no âmbito do Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde da Escola Superior de Saúde de Lisboa, e tem como tema central a análise comparativa entre duas técnicas de fabrico de ortóteses de tronco para o tratamento da Escoliose Idiopática do Adolescente (EIA): a técnica tradicional, baseada na moldagem manual, e a técnica digital, através de sistemas CAD/CAM (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*).

Este estudo procura analisar os custos, o tempo de fabrico e os desfechos relacionados com o processo, tendo como referência a perceção dos ortoprotésicos portugueses.

A relevância do tema decorre da crescente introdução de tecnologias digitais na ortoprotesia a nível global, com impacto na rapidez, precisão e eficiência dos dispositivos, mas também com desafios relacionados com os custos de implementação e a necessidade de formação especializada (Barrios-Muriel & Ruiz-Sánchez, 2020).

A pertinência do estudo situa-se no contexto português, onde ambas as técnicas continuam a coexistir, levantando questões sobre custos, tempo de fabrico e qualidade do processo. A inexistência de investigações nacionais comparativas reforça a importância de analisar a experiência dos ortoprotésicos, contribuindo para a identificação de vantagens e limitações técnicas dos métodos disponíveis, assim como antecipar possíveis resistências à mudança e orientar estratégias de formação e investimento no setor.

Apesar destas inovações, a adoção generalizada das tecnologias digitais é ainda limitada em muitos contextos clínicos, especialmente em Portugal. Obstáculos como os custos de investimento, a necessidade de formação especializada, a resistência à mudança de paradigma e a falta de evidência robusta sobre o impacto económico poderão dificultar a transição do método tradicional para o digital. Neste contexto, torna-se pertinente explorar a perceção dos ortoprotésicos portugueses sobre as vantagens e limitações associadas a cada método de fabrico, considerando não apenas os aspetos clínicos, mas também os custos, o tempo de fabrico e os desfechos relacionados com o processo de produção. Esta contextualização justifica a relevância de se estudar comparativamente as técnicas de fabrico tradicionais e digitais no contexto da ortoprotesia em Portugal, com base na perceção dos profissionais que atuam diretamente neste processo. Estudar a influência desses fatores do ponto de vista dos Ortoprotésicos é decisivo, pois estes profissionais estão diretamente envolvidos em todo o processo, desde a produção, aplicação e ao ajuste dos coletes, podendo fornecer

insights valiosos sobre a rapidez do método, a facilidade de implementação e a necessidade de formação adicional dos profissionais. Comparar o método tradicional e de impressão CAD/CAM permitirá uma avaliação objetiva dos benefícios económicos e operacionais, auxiliando na tomada de decisões informadas para a adoção de novas tecnologias no sistema de saúde português.

A compreensão dessas percepções permitirá não só avaliar o impacto técnico e prático de cada método, como também orientar futuras decisões sobre formação, investimento tecnológico e adoção de práticas mais eficazes e sustentáveis. Assim, este estudo propõe-se a analisar a percepção dos ortoprotésicos portugueses relativamente às vantagens, desvantagens, limitações e potencial de aplicação das técnicas tradicional e CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco para EIA.

A dissertação encontra-se organizada em dez capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução, contextualizando o tema e relevância do estudo. No segundo capítulo, é desenvolvido o enquadramento teórico, onde se revê a literatura sobre a EIA, as ortóteses de tronco e as respetivas técnicas de fabrico. O terceiro capítulo descreve o objetivo de forma clara e direta. O quarto capítulo corresponde à metodologia do estudo, explicitando o desenho de investigação, a amostra, os instrumentos e os procedimentos de recolha e análise de dados.

O quinto capítulo corresponde à apresentação dos resultados da primeira ronda do painel de Delphi, organizados segundo as categorias e eixos de análise definidos pelo guião da entrevista, e no sexto capítulo apresentam-se os resultados da segunda ronda do painel correspondente à sessão conjunta. No sétimo capítulo, procede-se à discussão dos resultados obtidos, destacando as implicações práticas, os contributos do estudo, as suas limitações e sugestões para investigação futura. A dissertação termina com as conclusões finais (capítulo oito), seguidas das referências bibliográficas e dos Apêndices.

2. Enquadramento Teórico

2.1 Escoliose: conceito e enquadramento histórico

A palavra "escoliose" deriva do grego antigo "σκολίωσις" (skoliosis), que significa "curvatura" ou "torção". Esse termo tem origem na palavra grega "σκολιός" (skolios), que significa "torto" ou "curvo". Hipócrates (c. 460-370 a.C.), considerado o pai da medicina, mencionou a escoliose nos seus escritos, desenvolvendo métodos rudimentares para a sua correção, como técnicas de tração e dispositivos ortopédicos primitivos (Sousa, 2006).

2.2 Classificação e critérios de diagnóstico

A escoliose é uma condição que consiste num desvio tridimensional da coluna vertebral, sendo caracterizada por uma curva, medida através do ângulo de Cobb (AC), que excede os 10º em plano coronal, acompanhada de rotação axial das vértebras, levando a alterações da geometria da caixa torácica (Costa & Silva, 2019). Segundo Alves et al. (2024) pode afetar o alinhamento do corpo, a coluna vertebral e as estruturas dos tecidos moles, levando a sintomas clínicos, como anormalidade postural, flexibilidade diminuída da coluna vertebral, alteração nas características do músculo eretor da coluna vertebral, dor nas costas e, em casos mais graves, função respiratória reduzida.

Etiologicamente existem dois grandes grupos de escoliose: a escoliose não idiopática e a escoliose idiopática. O diagnóstico da escoliose idiopática só é realizado desde que a escoliose não idiopática tenha sido excluída. A escoliose não idiopática pode ser classificada nos seguintes grupos: congénita (ex.: hemivértebra, vértebra em cunha, vértebra em bloco, fusão congénita de vértebras), neuromuscular (ex.: paralisia cerebral, mielomeningocele, distrofia muscular), sindrómica (ex.: síndrome de Marfan, osteogénese imperfeita, neurofibromatose), tumoral, infecciosa e fraturaria (Costa & Silva, 2019).

Segundo Carvalho (2006), para caracterizar rigorosamente a escoliose, é essencial avaliar elementos como a maturidade esquelética, nível da curvatura, comprimento dos membros, angulação e rotação vertebral. A progressão da curva deve ser monitorizada por meio da velocidade de crescimento vertebral e da estatura do doente. A maturidade esquelética pode ser determinada pela calcificação da epífise da crista ilíaca, conforme o método de Risser, que classifica a ossificação em estágios de 0 a V. O uso de ortóteses está indicado apenas enquanto a linha de crescimento permanecer aberta (Risser 0 a IV). A calcificação da epífise de crescimento encontrada na borda superior

da crista íliaca determinará o grau de maturidade esquelética, e, para classificá-lo segundo Risser basta dividir a crista íliaca em quatro segmentos. A linha de calcificação aparece no bordo lateral e migra para o bordo medial, assim, sempre a calcificação não é visível, classifica-se como Risser 0. Quando a linha de calcificação atinge o primeiro quarto da crista íliaca (25%) classifica-se como Risser I; ao atingir a metade (50%), classifica-se como Risser II; ao atingir três quartos da crista íliaca (75%) classifica-se como Risser III; ao atingir o bordo medial (100%), como Risser IV; e quando fechar a linha de crescimento, como Risser V. Os pacientes que atingem a maturidade óssea, ou seja, Risser V, já não são candidatos à utilização de ortóteses (coletes). Quanto à localização da curvatura, é possível encontrar escolioses em diferentes níveis (cervicotorácicas, torácicas, toracolombares, lombares e lombo sagradas). O ápice da curvatura determina o nível da curvatura. São chamadas de cervicais sempre que o ápice se encontra entre C1 e C6; de cervicotorácicas quando o ápice se encontra entre C7 e T1; de torácicas quando o ápice se encontra entre T2 e T11; de toracolombares quando o ápice se encontra entre T12 e L1; lombares quando o ápice se encontra entre L2 e L4 e lombo sagrada quando o ápice se encontra entre L5 e S1. É comum encontrar-se curvaturas duplas em níveis diferentes, sendo que nesses casos é considerada a curvatura principal, ou seja, a que apresenta maior angulação e rotação vertebral.

A nomenclatura utilizada para descrever a direção da curva escoliótica baseia-se na convexidade da curvatura. Em vez de se indicar ambos os lados da curvatura, está padronizado referir apenas o lado convexo, ou seja, o lado para o qual a curva se projeta externamente. Assim, uma curva com convexidade para a esquerda é denominada “sinistra”, enquanto uma curva com convexidade para a direita é designada como “destra”. O ápice da curva, definido como a vértebra mais desviada da linha média, localiza-se sempre no lado convexo, servindo como referência anatômica para essa classificação. Esta padronização é amplamente adotada na literatura ortopédica e nas diretrizes clínicas sobre escoliose, contribuindo para a correta identificação e descrição das deformidades, especialmente no contexto da avaliação radiográfica e planejamento terapêutico (Rocha & Pedreira, 2001; Negrini et al., 2018).

Segundo a *Scoliosis Research Society* (1999), o método de Cobb é o mais indicado para a mensuração frontal das escolioses. Para a sua mensuração, é necessária uma radiografia ântero-posterior realizada em posição ortostática, traçando-se uma reta perpendicular ao plateau superior da vértebra proximal que apresenta maior inclinação em relação à horizontal (também chamada de vértebra limite superior). Em seguida, traça-se outra reta perpendicular ao plateau inferior da vértebra mais distal com maior

inclinação (vértebra limite inferior), sendo o ângulo formado da interseção dessas duas retas denominado ângulo de Cobb. Na rotação vertebral observa-se o deslocamento do processo espinhoso para o lado da concavidade da curvatura. Quanto maior o afastamento, maior a rotação vertebral, sendo que estas ocorrem anteriormente no lado côncavo e posteriormente no lado convexo, estando as gibosidades sempre no lado da convexidade.

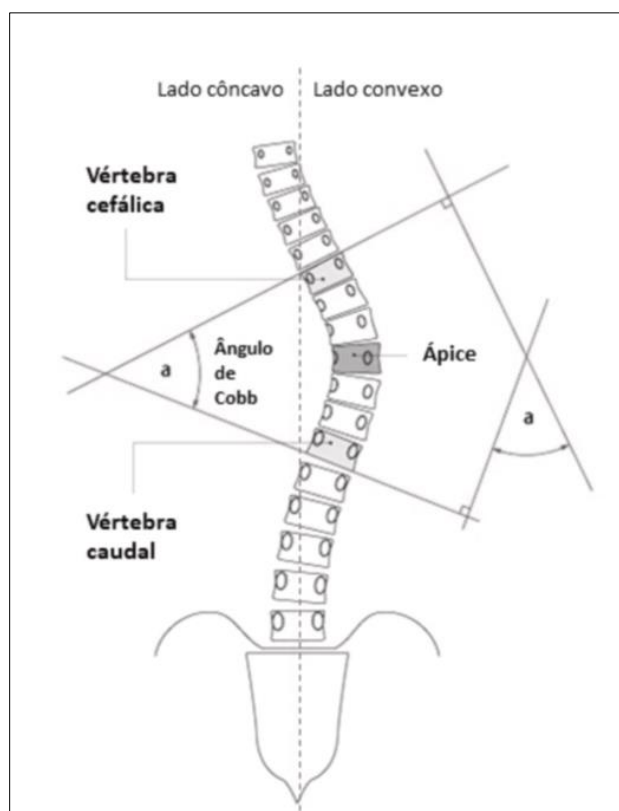


Figura 1: Determinação do ângulo de Cobb no plano coronal. Adaptado de Kim HJ et.al, AOFoundation (2025)

Segundo a *Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT, 2016)*, a escoliose pode ser classificada com base em três critérios principais: a idade de aparecimento, a localização do ápice da curvatura e a gravidade da deformidade, esta última determinada através do ângulo de Cobb (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação da escoliose idiopática de acordo com a idade, localização do ápice da curva e gravidade - (Adaptado de Negrini et al. (2018), com inclusão da categoria “Adulto” conforme descrito nas diretrizes SOSORT 2016)

Critério de Classificação	Subtipos
Idade de Início	Infantil (0 – 3 anos), Juvenil (4 – 9 anos), Adolescente (10 anos até maturidade esquelética), Adulto (após maturidade esquelética)
Localização do Ápice	Cervical, Cervicotorácica, Torácica, Toracolombar, Lombar, Lombo sagrada
Gravidade (Ângulo de Cobb)	Leve (<20°), Moderada (20°–40°), Grave (>40°)

2.3 Escoliose idiopática do adolescente: prevalência e impacto clínico

A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é a forma mais comum de escoliose idiopática, responsável por cerca de 80% dos casos, com uma prevalência estimada entre 0,5% a 5,2% na população entre os 10 e os 18 anos (Costa & Silva, 2019). Geralmente é diagnosticada entre os dez anos de idade e a maturidade esquelética (Negrini et al., 2015; Konieczny, Senyurt, & Krauspe, 2013). Curvaturas superiores a 20° são observadas em cerca de 0,3% a 0,5% da população, e curvas com ângulo superior a 40° afetam menos de 0,1% dos adolescentes (Weiss et al., 2006; Konieczny et al., 2013). A proporção entre os sexos também varia de acordo com a gravidade da curva: em curvas entre 10° e 20°, a proporção feminina para masculina é de 1,4:1, aumentando para 7,2:1 em curvas superiores a 40°, refletindo uma predisposição acentuada das raparigas para a progressão (Konieczny et al., 2013).

As implicações estéticas e funcionais desta condição afetam significativamente a qualidade de vida dos jovens, podendo causar impactos psicológicos relevantes e comprometimento da função respiratória em casos graves (Dimitrijević et al., 2022).

2.4 Etiologia da Escoliose idiopática do adolescente

A etiologia da EIA permanece desconhecida, sendo amplamente considerada multifatorial. Estudos apontam para a contribuição de fatores genéticos, hormonais, biomecânicos e neuromusculares. Investigações genéticas sugerem que estão

envolvidos genes que codificam proteínas fundamentais para a estabilidade da coluna vertebral. Curiosamente, pensa-se que a escoliose idiopática seja exclusiva dos seres humanos, uma vez que raramente é observada em outros vertebrados e, quando ocorre, está geralmente associada a anomalias anatômicas. A biomecânica vertical e particular da coluna humana — caracterizada por uma estabilidade rotacional inferior — parece desempenhar um papel relevante no surgimento da patologia (Janssen et al., 2011).

2.5 Avaliação, diagnóstico e critérios de progressão da Escoliose idiopática do adolescente

A progressão da EIA está fortemente relacionada ao crescimento pubertário, altura em que ocorre inicialmente o crescimento dos membros e, posteriormente, do esqueleto axial. Este período corresponde à fase de maior risco de progressão da curvatura, que diminui consideravelmente após a conclusão do crescimento vertebral (Negrini et al., 2018). Cerca de dois terços das curvas progridem antes da maturidade esquelética, sendo considerados fatores de risco para a progressão: idade inferior a 12 anos, género feminino, meninas em pré-menarca, ângulo de Cobb inicial $\geq 20^\circ$, curvas torácicas ou duplas, e grau de Risser 0 ou 1 (Costa & Silva, 2019).

2.6 Abordagens terapêuticas: tratamento conservador vs. cirúrgico

De acordo com Edelstein e Bruckner (2006), curvaturas entre 20° - 25° e 40° - 45° (medidas pelo ângulo de Cobb) devem ser tratadas com ortóteses em conjunto com terapias específicas como a fisioterapia. Para curvas inferiores a 20° - 25° recomenda-se apenas o tratamento conservador, enquanto para curvaturas superiores a 45° há indicação cirúrgica, especialmente em casos com comprometimento cardiorrespiratório ou presença significativa de dor.

A instrumentação posterior da coluna e a fusão com parafusos pediculares, realizadas no final do período de crescimento, constituem a prática padrão na maioria dos centros especializados em escoliose (Weinstein et al., 2013; Negrini, 2022). Os principais objetivos da cirurgia incluem a correção da deformidade, estabilização das curvas e manutenção do equilíbrio global da coluna vertebral. A quantidade de correção alcançável durante a cirurgia depende de múltiplos fatores relacionados com o paciente, o tipo de implante utilizado e técnica do cirurgião, a flexibilidade da curva e a direção e intensidade das forças aplicadas (Kim et al., 2010).

A colocação adequada de parafusos pediculares de tamanho apropriado é essencial para aplicar forças corretivas significativas, embora represente um desafio em casos de escoliose, devido à rotação vertebral e à variação morfométrica dos pedículos. A anatomia alterada da coluna escoliótica pode dificultar o posicionamento correto dos parafusos, aumentando o risco de fratura dos pedículos, afrouxamento dos implantes e, em casos mais graves, lesões neurológicas ou vasculares (Liljenqvist et al., 2002; Modi et al., 2009).

Apesar dos riscos inerentes, os resultados da cirurgia de fusão espinal em pacientes com EIA são geralmente positivos, com redução significativa da dor, melhorias na função física, na autoimagem e na qualidade de vida relacionada à saúde (Weinstein et al., 2013; Negrini, 2022).

Segundo Weiss (2008,2010), o tratamento conservador da escoliose pode ser organizado em três abordagens principais e complementares. A primeira baseia-se na fisioterapia específica para escoliose (*Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises*), que inclui métodos como Schroth, Lyon, Side-Shift e Dobomed, desenvolvidos para abordar as particularidades tridimensionais da deformidade espinal. A segunda abordagem corresponde à reabilitação intensiva para escoliose (*Scoliosis Intensive Rehabilitation*), geralmente realizada em contexto clínico especializado, com sessões diárias e estruturadas de correção postural, treino respiratório e mobilidade funcional. Como referido por Weiss (2010), "a reabilitação intensiva para escoliose combina sessões diárias de fisioterapia específica com estratégias tridimensionais de correção postural e treino respiratório." Por fim, a terceira abordagem é o tratamento com ortóteses (coletes), com especial destaque para os modelos de alta correção, cuja aplicação visa conter a progressão da curva, melhorar o alinhamento sagital e, em alguns casos, reduzir a rotação vertebral.

2.7 Ortóteses de tronco: tipos, materiais e princípios de funcionamento

As ortóteses utilizadas no tratamento da EIA têm como objetivo travar ou reduzir a progressão das curvaturas (reduzindo a necessidade de intervenção cirúrgica), sendo eficazes sobretudo em adolescentes com potencial de crescimento remanescente. A indicação e prescrição dependem sobretudo do nível e grau da curvatura, da rotação vertebral e da maturidade esquelética do paciente. (Weiss et al., 2006; Negrini, 2022). Existem ainda indícios de que os resultados do tratamento com colete podem ser previstos com base na adesão ao uso e no tipo de prescrição adotada (Weiss, 2017).

Segundo Edelstein e Bruckner (2006), as ortóteses (coletes) devem ser utilizadas entre 16 a 23 horas por dia, sendo mais eficazes em pacientes com curvas laterais entre 20° e 45°, cujo ápice não esteja localizado acima da sexta vértebra torácica.

O uso de ortóteses durante o período de crescimento da criança/adolescente é considerado o tratamento não cirúrgico mais eficaz para a EIA. Este tratamento baseia-se, entre outros princípios, na aplicação do mecanismo dos três pontos de pressão, que continua a ser fundamental para a correção ou estabilização da curvatura (Negrini et al., 2018).

Uma ortótese pode ser definida como um dispositivo externo ao segmento corpóreo, com a finalidade de proporcionar melhoria funcional aos pacientes que apresentem algum tipo de disfunção ou necessidade de suporte. O ortoprotésico é o profissional responsável pela seleção dos componentes, materiais, tomada de medidas, fabrico, alinhamento e entrega das ortóteses. A atuação ocorre em contexto interdisciplinar com médicos, fisioterapeutas e outros profissionais de saúde, sendo avaliada em conjunto a melhor indicação conforme as necessidades funcionais de cada paciente (Carvalho, 2006). Entre as ortóteses mais comuns estão os coletes de Boston, Milwaukee e Chêneau, que atuam com aplicação de pressões tridimensionais para correção passiva da curva (Lou et al., 2022). Entre as ortóteses mais utilizadas no tratamento da EIA destacam-se o colete de Boston, Milwaukee, Chêneau, Wilmington e SpineCor. O colete de Boston é uma ortótese tóraco-lombo-sagrada (TLSO) rígida desenvolvida para curvas toracolombares e lombares, sendo utilizado entre 18 e 23 horas por dia (Hudson Valley Scoliosis, n.d.). O colete Milwaukee, mais antigo, é um CTLSO (órtotese cérvico-tóraco-lombo-sagrada) indicado para curvas torácicas altas, sendo hoje menos utilizado devido ao desconforto e impacto estético (Konieczny et al., 2013). O colete Chêneau, e as suas variantes como o Rigo-Chêneau, são assimétricos e visam uma correção tridimensional, muitas vezes associados ao método Schroth, podendo ser produzidos com recurso a CAD/CAM (Mizusaki et al., 2024). O colete Wilmington é feito sob medida, em formato de jaqueta, e fecha na parte anterior do tronco, sendo mais discreto (KidsHealth, n.d.). Por outro lado, o colete SpineCor distingue-se por ser dinâmico e composto por bandas elásticas, é indicado para curvaturas leves a moderadas, promovendo maior conforto e adesão (Weiss et al., 2006). A Tabela seguinte apresenta uma breve comparação entre os principais tipos de coletes utilizados no tratamento conservador da EIA, de acordo com a classificação proposta por Kaelin (2020):

Tabela 2: Diversos tipos de ortótese de tronco para EIA.

Tipo de Colete	Características	Indicações Clínicas	Vantagens	Limitações
Boston Brace	Colete rígido tipo TLSO com almofadas internas.	Curvas torácicas e lombares entre 25° – 45°.	Muito utilizado, ajustável, eficaz.	Visível sob a roupa, desconforto inicial.
Chêneau Brace	Personalizado, com pressão/expansão tridimensional.	Curvas com rotação vertebral significativa.	Alta correção, melhora estética.	Requer fabricação personalizada, adaptação difícil.
Rigo-Chêneau Brace	Variante baseada na classificação de Rigo, feito por CAD/CAM.	Curvas complexas.	Design preciso e confortável.	Disponibilidade e limitada.
Gensingen Brace	Leve, estético, fabricado por CAD/CAM.	Curvas torácicas e lombares.	Leve, confortável.	Acesso restrito.
Providenc e Brace	Noturno, aplica força em posição supina.	Curvas leves e flexíveis.	Uso apenas noturno, boa aceitação.	Ineficaz em curvas rígidas.
Charleston Bending Brace	Noturno, força corretiva ao dobrar o tronco.	Curvas lombares flexíveis <35°.	Fácil de usar, noturno.	Não indicado para curvas torácicas.
SpineCor Brace	Flexível, com tiras elásticas.	Curvas leves/moderadas com necessidade de mobilidade.	Permite movimento, esteticamente discreto.	Menor correção comparado aos rígidos.
PASB Brace	Curto, tipo LSO, para curvas lombares/toracolumbares.	Curvas lombares.	Mais confortável, pequeno.	Ineficaz em curvas torácicas.

Na literatura, existem poucos estudos comparativos entre os diferentes tipos de coletes utilizados no tratamento da EIA. Zaina et al. (2023) realizaram um estudo de consenso Delphi com especialistas da SOSORT e da SRS, que revelou uma grande diversidade de opiniões e ausência de consenso sobre aspectos técnicos fundamentais das ortóteses. Embora o princípio do sistema de três pontos de pressão tenha sido

amplamente reconhecido como essencial para alcançar a correção ou estabilização da curva, houve divergência quanto ao posicionamento ideal das almofadas de correção: 50% dos especialistas defenderam que a almofada deveria envolver ou atingir a vértebra apical, enquanto os restantes 50% optaram por uma atuação causal à vértebra apical. Em relação à direção da força vetorial, 85% concordaram com uma direção “dorso-lateral para ventro-medial”, mas não houve consenso quanto ao formato das almofadas necessárias para gerar essa força. Apesar de os princípios da correção tridimensional terem alcançado elevado nível de concordância (80–85%), os métodos para a sua implementação prática revelaram-se bastante heterogêneos. Esta diversidade refletiu-se nos diferentes sistemas de coletes atualmente utilizados em todo o mundo (Zaina et al., 2023).

Em conformidade com as diretrizes da SOSORT (2016), Espínola (2020) reforça que as ortóteses rígidas são o tratamento conservador recomendado para a EIA, especialmente em pacientes com curvas moderadas a graves. A eficácia do tratamento depende, contudo, de vários fatores, incluindo o seguimento clínico adequado, verificação periódica do colete, e a adesão do paciente.

Weinstein et al. (2013) e Negrini (2022) destacam a importância do acompanhamento clínico periódico durante o uso do colete. Os pacientes devem realizar consultas médicas de controle a cada seis meses, com radiografias regulares para monitorização da curva. Negrini et al. (2022) salienta que ainda existe debate na literatura se essas radiografias devem ser realizadas com ou sem o colete colocado. A radiografia com colete permite verificar o grau de correção e ajuste do dispositivo, mas pode dificultar a detecção da progressão da curva. Outro aspecto relevante é a monitorização da adesão ao uso do colete, já que há uma correlação positiva entre o número de horas de uso diário e o sucesso terapêutico.

Por fim, os resultados do tratamento conservador com colete dependem não só da prescrição médica adequada, mas também das competências do ortoprotésico e do envolvimento ativo da equipa multidisciplinar na capacitação do paciente e da sua família ao longo do processo terapêutico (Negrini, 2022).

No fabrico de ortóteses de tronco para a EIA, a escolha dos materiais desempenha um papel fundamental tanto na eficácia biomecânica da correção como no conforto do paciente. Os materiais mais frequentemente utilizados incluem o polietileno de alta densidade (HDPE), o polipropileno, o polimetilmetacrilato e o etileno-acetato de vinilo (EVA), devido à sua leveza, resistência, capacidade de moldagem e durabilidade (Weiss et al., 2006; Wong, 2011). O HDPE, por exemplo, é amplamente utilizado por ser

suficientemente rígido para fornecer suporte estrutural e, simultaneamente, adaptável ao corpo do paciente através de calor. O material EVA, frequentemente utilizado como revestimento interno, contribui para maior conforto cutâneo e melhor distribuição de pressões. A evolução para tecnologias CAD/CAM também implicou o desenvolvimento e uso de materiais compatíveis com fresagem automatizada, permitindo maior precisão e padronização no processo produtivo (Cobetto et al., 2016; Bidari et al., 2021). A escolha do material influencia diretamente o peso da ortótese, o seu perfil estético e a aceitação por parte do utilizador, sendo, portanto, um critério técnico e clínico relevante na prática ortoprotésica moderna.

2.8 Tecnologia CAD/CAM vs. Técnica tradicional no fabrico de coletes

A comparação entre o método tradicional e a tecnologia CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco tem sido abordada em alguns estudos, embora a literatura ainda seja limitada, particularmente no que diz respeito à precisão, reprodutibilidade, eficiência e conforto do paciente (Bidari et al., 2021; Cobetto et al., 2016; Lou et al., 2022). O método tradicional, baseado na moldagem em gesso, envolve a criação de um molde negativo do tronco do paciente, preenchido com gesso para obter um molde positivo, que é posteriormente modificado manualmente com adição ou remoção de material, seguido da moldagem a vácuo de uma placa termoplástica sobre o molde (Nathan & Parvathi, 2023). Apesar de ser uma técnica consolidada, apresenta limitações significativas como a dependência da experiência do ortoprotésico, tempo prolongado de produção, poluição por partículas de gesso, e ausência de padronização entre ortóteses (Parvathi et al., 2023).

Por outro lado, o sistema CAD/CAM, baseado em digitalização tridimensional do tronco, manipulação digital da imagem e fresagem automatizada de moldes, oferece vantagens como menor tempo de produção, menor desconforto ao paciente, maior precisão na correção e possibilidade de armazenamento digital para modificações futuras (Wong, 2011; Cobetto et al., 2016). Estudos como o de Wong et al. (2011) demonstraram uma redução de aproximadamente 30% no tempo de fabrico de coletes com o uso de CAD/CAM em comparação com a técnica tradicional. Cobetto et al. (2016) e Cottalorda et al. (2005) mostraram que coletes produzidos por CAD/CAM são mais finos, utilizam menos material, têm melhor aceitação e proporcionam correções tão eficazes quanto — ou até superiores — os coletes fabricados com moldagem gessada.

Além disso, segundo Parvathi et al. (2023), o recurso à tecnologia CAD/CAM permite simplificar e automatizar várias etapas do processo de fabrico dos coletes, o que reduz significativamente a necessidade de intervenção manual por parte de técnicos especializados, ao contrário do método tradicional, que exige maior envolvimento humano em tarefas como a moldagem física e a retificação do molde em gesso. Consequentemente, a menor dependência de mão-de-obra técnica contribui para encurtar o tempo de fabrico e reduzir os tempos de espera na entrega do colete. As imagens digitais e os modelos de coletes podem ser arquivados e reutilizados, criando bibliotecas virtuais úteis para planeamento futuro. Entre as desvantagens do CAD/CAM destacam-se o custo inicial de equipamento, a necessidade de formação especializada e a gestão de resíduos industriais como o poliuretano, que não é biodegradável podendo representar um desafio ambiental.

Assim, ainda que o método tradicional continue a ser utilizado em muitos contextos clínicos, a tendência crescente para a digitalização e automação no fabrico de ortóteses, aponta o CAD/CAM como uma solução mais eficiente, reprodutível e confortável para os pacientes, especialmente em contextos com acesso a tecnologia e formação adequados (Bidari et al., 2021).

2.9 Perceção dos ortoprotésicos e pertinência do estudo

Adicionalmente, a perceção dos ortoprotésicos sobre os métodos de fabrico de ortóteses tem alcançado relevância no debate sobre a adoção de tecnologias digitais. Uma revisão sistemática sugere que os ortoprotésicos reconhecem vantagens significativas no CAD/CAM, como a melhoria na ergonomia do trabalho, redução do esforço físico e padronização dos resultados. No entanto, também apontam barreiras como o custo elevado de implementação, a curva de aprendizagem associada ao uso do *software* e a menor liberdade para ajustes manuais durante a retificação (Bidari et al., 2021).

Segundo Weiss et al. (2017), os profissionais experientes em moldagem tradicional ainda valorizam o contacto direto com o corpo do paciente, considerando-o essencial para um ajuste personalizado, especialmente em casos complexos. Por outro lado, profissionais mais jovens tendem a demonstrar maior predisposição para integrar soluções digitais nos seus fluxos de trabalho, valorizando a eficiência e a possibilidade de documentação precisa.

Além disso, a aceitação dos coletes pelos pacientes, fortemente influenciada pelo conforto, estética e usabilidade, é frequentemente referida pelos ortoprotésicos como

um fator determinante para o sucesso do tratamento. Nesse sentido, a possibilidade de refinar o design da ortótese com base em modelos digitais e feedback do utilizador final é considerada uma mais-valia do CAD/CAM (Cobetto et al., 2016).

3. Objetivos

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consistiu em realizar uma análise comparativa de custos, tempo e processo de fabrico entre a técnica tradicional e a técnica por impressão CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco para o tratamento da EIA.

3.2 Objetivos específicos

De forma mais específica, procurou-se, em primeiro lugar, comparar os custos associados a cada técnica, considerando não apenas os custos materiais e de mão de obra envolvidos no fabrico, mas também os custos relacionados com ajustes, manutenções e eventuais substituições de coletes ao longo dos 12 meses subsequentes à sua entrega ao doente.

Em segundo lugar, analisou-se o tempo de fabrico dos coletes entre as duas técnicas, avaliando o tempo médio de produção e a forma como a maior ou menor rapidez de fabrico tem impacto no início do tratamento, nomeadamente na colocação atempada do colete ao doente.

Por fim, pretendeu-se ainda comparar os desfechos relacionados com o processo de produção em cada técnica, o que incluiu avaliar a facilidade de implementação das mesmas em ortopedias, bem como analisar a necessidade de formação avançada e de aquisição de novas competências por parte dos ortoprotésicos.

4. Metodologia

4.1 Desenho do Estudo

O presente estudo caracteriza-se como observacional, analítico e de abordagem mista, com predominância qualitativa, tendo como principal estratégia metodológica a técnica do painel de Delphi. Esta opção metodológica permitiu recolher e analisar as percepções de um grupo de Ortoprotésicos relativamente ao fabrico de ortóteses de tronco para o tratamento da EIA, possibilitando a análise sistemática de pontos de consenso e divergência entre profissionais com experiência nas técnicas tradicional e CAD/CAM.

A escolha do método Delphi justifica-se pela sua reconhecida utilidade na obtenção de consenso entre especialistas, especialmente em contextos onde a evidência empírica é escassa ou fragmentada, como acontece com a aplicação prática das duas técnicas em comparação, no contexto português. Este método favorece a reflexão aprofundada e iterativa, promovendo a construção de conhecimento coletivo a partir da experiência dos peritos envolvidos (Dalkey & Helmer, 1963; Hsu & Sandford, 2007; Okoli & Pawlowski, 2004).

O processo Delphi foi estruturado em duas rondas sucessivas e interdependentes. A primeira ronda teve carácter exploratório, e baseou-se em entrevistas individuais semiestruturadas, enquanto a segunda, uma sessão conjunta com todos os peritos, visou o aprofundamento e validação dos temas emergentes, procurando possíveis convergências e dissensos entre os participantes.

4.2 Amostra e Critérios de Inclusão

A amostra do presente estudo foi composta por Ortoprotésicos portugueses com experiência comprovada no fabrico de ortóteses de tronco para o tratamento da EIA utilizando tanto a técnica tradicional quanto a tecnologia CAD/CAM. A seleção dos participantes foi realizada através de uma amostragem por conveniência, não probabilística, sendo o principal critério de inclusão a experiência prática com ambas as metodologias em contexto clínico.

Foram considerados elegíveis todos os profissionais com formação em Ortoprotésia, com pelo menos dois anos de experiência prática com cada uma das técnicas em estudo, e que, até à data das entrevistas exerciam atividade profissional em Portugal.

Foram excluídos do estudo os profissionais que apenas utilizassem uma das técnicas ou que não tenham contacto direto com o processo de fabrico das ortóteses, bem como aqueles que, mesmo cumprindo os critérios técnicos, não fornecerem consentimento

informado para participação. Esta definição criteriosa visou garantir que a amostra refletisse uma perspetiva fundamentada e comparativa entre os dois métodos de fabrico, permitindo uma análise robusta dos custos, tempos de produção e desfechos operacionais.

O recrutamento dos participantes foi realizado através de convite direto e por divulgação informal em redes sociais específicas da comunidade ortoprotésica, como grupos e páginas dedicadas à Ortoprotesia em Portugal. Esta estratégia visou alcançar profissionais ativos, com experiência prática diversificada, promovendo uma amostra representativa da realidade nacional.

4.3 Instrumentos de Recolha de Dados

Para a primeira ronda do painel Delphi foi desenvolvido um guião de entrevista semiestruturada, construído com base nos objetivos do estudo e sustentado na literatura existente sobre o fabrico de ortóteses de tronco assim como pela aplicação das tecnologias CAD/CAM na prática Ortoprotésica. Este guião foi submetido a um processo de validação por revisão entre pares e posteriormente sujeito a um pré-teste com um ortoprotésico não participante no painel, com o objetivo de assegurar a clareza das questões, a neutralidade da linguagem e a relevância temática. A estrutura do guião foi organizada em seis blocos principais: (1) caracterização sociodemográfica e profissional dos participantes, incluindo formação, anos de experiência e contexto geográfico de atuação; (2) perceções sobre as técnicas de fabrico tradicional e CAD/CAM, incluindo vantagens e limitações; (3) perceções sobre o impacto económico e viabilidade prática, abrangendo os custos diretos e indiretos; (4) perceções sobre o tempo de produção; (5) perceções sobre os desfechos operacionais e a necessidade de formação adicional associada a cada método; (6) perceções sobre os resultados, desafios futuros e satisfação dos pacientes. As perguntas foram formuladas de forma aberta e neutra, incentivando os participantes a expressar livremente as suas opiniões e experiências, permitindo uma recolha de dados ricos, espontâneos e contextualizados, sem indução de respostas. Com base na análise temática das entrevistas da primeira ronda, foi elaborado o guião orientador da segunda ronda do painel. Este novo instrumento organizou os conteúdos em torno dos principais tópicos emergentes e controvérsias identificadas, com o objetivo de aprofundar a discussão e promover a clarificação e eventual aproximação das opiniões entre os participantes. A construção do guião da segunda fase manteve o princípio da neutralidade e foi desenhado para facilitar uma

abordagem participativa, estruturada em blocos temáticos com tempo previamente definido.

Os guiões utilizados em ambas as rondas do painel Delphi encontram-se disponíveis em Apêndice: o guião da primeira ronda (entrevistas semiestruturadas individuais) está incluído no Apêndice III, e o guião da segunda ronda, que serviu de base à discussão entre os participantes, encontra-se no Apêndice IV.

4.4 Procedimentos de Recolha de Dados

A recolha de dados decorreu em duas fases, correspondentes às duas rondas do painel Delphi. Na primeira ronda, foram realizadas sete entrevistas individuais semiestruturadas com os participantes previamente selecionados. Estas entrevistas decorreram entre os dias 27 de maio e 7 de junho de 2025, por videoconferência, utilizando a plataforma Zoom. A duração média das entrevistas foi de 30 a 45 minutos. Antes da realização de cada entrevista, foi enviado um convite formal com a explicação do objetivo do estudo e os princípios éticos envolvidos, incluindo a informação ao participante e consentimento informado, a garantia do anonimato e o direito de desistência a qualquer momento. Mediante autorização dos participantes, todas as entrevistas foram gravadas em áudio e imagem, e posteriormente transcritas na íntegra. A segunda ronda teve como objetivo promover a discussão dos principais temas emergentes da primeira fase. Esta sessão decorreu igualmente por videoconferência, com a presença simultânea dos participantes, e teve uma duração total aproximada de 120 minutos. A sessão foi estruturada em blocos temáticos, cada um com cerca de 15 minutos de duração, orientados por um guião previamente elaborado. O processo de agendamento foi realizado de forma colaborativa, através da criação de um grupo de comunicação informal na aplicação *WhatsApp*, no qual foram propostas três datas alternativas para a realização da sessão. A maioria dos participantes optou pela data de 26 de junho, às 18h30, momento em que a sessão foi realizada. Apesar do esforço de coordenação, três participantes não puderam comparecer por motivos pessoais. Esta situação será considerada nas limitações do estudo, uma vez que poderá ter condicionado a diversidade de contributos na fase de discussão coletiva. Foram reforçadas as normas de respeito mútuo, confidencialidade e igualdade na participação, promovendo um ambiente colaborativo e livre de julgamentos.

4.5 Análise de Dados

Os dados obtidos na primeira ronda do painel Delphi foram analisados através de uma abordagem qualitativa por temas. Após a transcrição integral das entrevistas, procedeu-se a uma leitura exploratória e sistemática dos conteúdos, com o objetivo de identificar padrões de significado relevantes para os objetivos do estudo.

A análise foi realizada manualmente, considerando cada questão do guião de entrevista de forma individual, de modo a evidenciar os aspetos mais relevantes das respostas e a distinguir áreas de consenso e de divergência entre os participantes. Os segmentos de texto significativos foram agrupados por afinidade temática e organizados em torno dos seis blocos definidos no guião inicial: (1) caracterização sociodemográfica e profissional dos participantes; (2) perceções sobre as técnicas de fabrico tradicional e CAD/CAM, incluindo vantagens, limitações e exigências técnicas; (3) impacto económico e viabilidade prática; (4) tempo de produção; (5) desfechos operacionais e necessidade de formação adicional; (6) resultados observados, desafios futuros e satisfação dos pacientes.

Este processo permitiu ainda identificar temas emergentes não antecipados inicialmente, os quais foram posteriormente integrados e sintetizados em narrativas descritivas, de forma a estruturar os resultados de modo claro e representativo do discurso dos participantes.

Na segunda ronda, a discussão dos temas previamente identificados permitiu validar e aprofundar os conteúdos emergentes. Embora o foco da análise se tenha mantido qualitativo, foram igualmente registadas as posições expressas em cada bloco temático, de modo a identificar aproximações nas perceções dos participantes e eventuais zonas de consenso. A integração das duas rondas possibilitou uma compreensão mais sólida dos fatores que influenciam a escolha e a aplicação das técnicas tradicional e CAD/CAM em Portugal.

Os participantes foram codificados de forma sequencial (P1 a P7), de acordo com a ordem cronológica das entrevistas, garantindo o anonimato e a rastreabilidade interna dos dados. Estes identificadores foram utilizados ao longo da análise e na apresentação dos resultados, assegurando a confidencialidade das fontes sem comprometer a clareza e a integridade do discurso analisado.

4.6 Considerações Éticas

O presente estudo obteve aprovação pela Comissão de Ética da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL), com o número de processo CE-ESTeSL-

Nº.02-2025, garantindo que o mesmo cumpriu as normas éticas e legais aplicáveis à investigação científica em saúde.

O estudo respeitou os princípios éticos definidos na Declaração de Helsínquia, garantindo o anonimato e a confidencialidade dos participantes.

Todos os participantes foram previamente informados sobre os objetivos da investigação, os procedimentos metodológicos envolvidos, a natureza voluntária da sua participação, a possibilidade de desistência a qualquer momento, bem como os direitos associados à confidencialidade e anonimato dos dados fornecidos.

O consentimento informado foi obtido de forma digital, através do envio de um documento redigido em linguagem clara e acessível, que os participantes leram e aceitaram antes do início das entrevistas. Este documento especificava o carácter não remunerado da participação, a autorização para gravação em áudio e imagem e as garantias de proteção dos dados recolhidos, em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados em vigor na União Europeia.

As gravações foram utilizadas exclusivamente para efeitos de transcrição e análise, sendo armazenadas em local seguro e eliminadas após a conclusão do processo de tratamento de dados. As transcrições foram anonimizadas, codificadas e analisadas de forma a impossibilitar a identificação individual dos participantes. O estudo não implicou qualquer risco físico ou psicológico para os envolvidos, sendo conduzido de acordo com as boas práticas éticas reconhecidas em investigação qualitativa com profissionais de saúde. O modelo de convite à participação no estudo e a informação ao participante e declaração de consentimento esclarecido para participação em investigação utilizados no estudo encontram-se disponíveis no Apêndice I e II respetivamente.

5. Resultados

5.1 Resultados da primeira ronda

A apresentação dos resultados desta primeira ronda do painel Delphi segue uma organização baseada nas perguntas do guião da entrevista semiestruturada, agrupadas por blocos temáticos. Esta opção metodológica visa garantir a fidelidade ao conteúdo das respostas e facilitar a análise das perceções dos participantes de forma clara e sistematizada. Assim, cada subsecção aborda diretamente as questões colocadas, evidenciando os principais padrões de resposta, consensos, divergências e contributos singulares dos ortoprotésicos entrevistados.

5.1.1 Caracterização dos Participantes

A amostra deste estudo foi constituída por sete Ortoprotésicos portugueses, com idades compreendidas entre os 30 e os 42 anos, refletindo uma faixa etária profissionalmente ativa e com experiência clínica significativa. No que respeita à formação académica, todos os participantes possuem licenciatura em Ortoprotésia, sendo que três detêm também formação pós-graduada ou de mestrado, nomeadamente em Engenharia Biomédica, Gestão de Unidades de Saúde e Publicação Científica. Esta diversidade formativa indica um perfil técnico-científico robusto, com complementaridade entre competências clínicas, tecnológicas e de gestão.

A experiência profissional no campo da ortoprotésia variou entre os cinco e os 16 anos, sendo a média de cerca de 11 anos de prática, o que reforça a adequação dos participantes para fornecerem contributos qualificados sobre as técnicas de fabrico em estudo. Quanto à especialização, apenas dois entrevistados referiram foco específico em coletes de tronco (ortésica de tronco), tendo a maioria não indicado uma especialização formal, o que pode refletir a natureza generalista da prática ortoprotésica em Portugal.

No início da carreira, todos os profissionais utilizavam predominantemente a técnica tradicional baseada em moldes de gesso e correção manual do molde, embora alguns já tenham iniciado precocemente a transição para métodos digitais. Atualmente, observa-se uma ampla adoção da técnica CAD/CAM entre os entrevistados, sendo que dois dos participantes referem realizar exclusivamente práticas digitais. A coexistência de métodos, contudo, ainda é visível em alguns contextos, sobretudo através do uso de bibliotecas digitais baseadas em moldes pré-fabricados como a Ortótese de Boston ou de abordagens híbridas que integram elementos do método tradicional.

O tempo de experiência com as técnicas também reflete a transição tecnológica em curso, ou seja, a maioria trabalha com CAD/CAM há pelo menos quatro a cinco anos, mantendo ainda conhecimento prévio consolidado na técnica tradicional. Geograficamente, os participantes estão distribuídos maioritariamente pelo Norte do país (cinco Ortoprotésicos da zona do Porto e Braga), embora haja representação também de um Ortoprotésico da ilha da Madeira e outro de Lisboa. Apesar de algumas limitações logísticas identificadas nos contextos insulares, a maioria relatou acesso viável aos equipamentos e suporte técnico para ambas as técnicas, com exceção de um caso que destacou a dependência de serviços externos para fresagem associada à técnica Cad/Cam.

Relativamente à carga de trabalho mensal relacionada com a EIA, a maioria dos participantes reporta entre zero e cinco casos novos por mês, havendo uma tendência crescente no número de utentes em alguns centros, particularmente aqueles que estabeleceram parcerias com clínicas especializadas em fisioterapia. Esta realidade sugere não só a relevância do tema em estudo, mas também a sua aplicabilidade prática no quotidiano dos profissionais da área.

5.1.2 Perceção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico

2.1 – Na sua opinião, quais são as principais diferenças entre a técnica tradicional e a técnica CAD/CAM no fabrico de ortóteses para EIA?

Os participantes foram unânimes em reconhecer diferenças substanciais entre a técnica tradicional e a técnica CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco para EIA. As vantagens atribuídas ao método digital foram recorrentes, sendo destacada sobretudo a rapidez, a precisão, a ergonomia, a organização da informação clínica e a facilidade de utilização, tanto para técnicos como para os pacientes e suas famílias.

P1 sintetizou de forma prática os aspetos operacionais mais evidentes: *“Peso e limpeza são as principais diferenças em termos de manufaturação. É muito mais ligeiro trabalhar com um clique no rato do que com as limas.”* Esta perceção de simplificação do trabalho técnico foi amplamente partilhada por outros entrevistados.

P3 identificou três áreas principais onde o CAD/CAM se distingue, nomeadamente uma técnica menos invasiva na tiragem do molde, maior facilidade técnica na manipulação dos moldes e maior precisão na correção: *“A digitalização é um processo mais simples e limpo (...). Do ponto de vista técnico é mais fácil de transportar e trabalhar o molde. E a correção com o software é bastante mais exata.”*

O conforto do paciente durante o processo também foi referido como um elemento diferenciador. P7 explicou que *“há muita gente que desistia logo no início quando percebiam o modo de tiragem do molde. Atualmente, com as novas tecnologias, preferem algo mais confortável.”* Acrescentou ainda que *“para nós técnicos, há menos horas envolvidas e menos desgaste físico.”*

A gestão e acompanhamento da informação clínica foram valorizados por P4, que destacou: *“É um método menos invasivo, conseguimos armazenar informação e comparar a evolução do tratamento (...). Consigo reduzir 30% do tempo para ter o produto final.”* Também P6 reconheceu os benefícios da rapidez: *“O CAD/CAM veio facilitar muito a vida. O tratamento virtual é muito mais célere do que a técnica tradicional.”*

P2 introduziu a ideia de planejamento antecipado e previsibilidade das forças corretivas como grande vantagem do método CAD/CAM: *“Já temos uma previsão das forças que vão ser aplicadas (...).”* Contrapôs com a morosidade da técnica tradicional: *“É mais trabalhoso e mais demorado porque implica moldar as espumas, os termoplásticos, os acabamentos...”*

Por sua vez, P5 foi particularmente crítico em relação à técnica tradicional, afirmando: *“Realisticamente, a técnica tradicional apresenta poucas vantagens face ao CAD, exceto em casos muito específicos. (...)”* Reforçou ainda a perda de referências em moldes manuais, sobretudo em casos com gibosidades ou tecido adiposo acentuado por parte dos pacientes.

Apesar da predominância da valorização do CAD/CAM, alguns participantes reconheceram que a técnica tradicional ainda apresenta algumas vantagens. P6 referiu que *“com o nosso próprio manuseamento do paciente conseguimos dar logo algumas posições de correção que, depois, virtualmente, teríamos de fazer no software.”* No entanto, mesmo este entrevistado reforçou que *“com a técnica CAD/CAM conseguimos ter um trabalho mais facilitado.”*

Em síntese, os participantes identificaram a técnica CAD/CAM como uma evolução técnica marcante, que introduz melhorias em todo o processo desde a moldagem inicial até à correção e fabrico final da ortótese. A técnica tradicional, embora ainda valorizada em contextos muito específicos ou como base formativa, foi descrita como mais morosa, fisicamente exigente e menos precisa.

2.2 -Qual das técnicas de fabrico prefere utilizar (tradicional ou CAD/CAM)?

A totalidade dos participantes manifestou preferência pela utilização da técnica CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco. Esta unanimidade reflete uma tendência crescente de modernização dos processos.

2.3-Na sua opinião, pode dizer-se que uma das técnicas é mais adequada para certos casos clínicos ou casos específicos de EIA?

Quatro dos participantes indicaram que a técnica CAD/CAM é aplicável à generalidade dos casos de EIA, sendo percecionado como suficientemente versátil para se constituir como técnica de primeira escolha. Ainda assim, três ortoprotésicos reconheceram que existem exceções clínicas específicas que podem justificar a utilização da técnica tradicional, sobretudo durante a fase de tiragem do molde.

P2 destacou que *“no caso de uma cifose torácica, se for redutível, numa plataforma deitado é fácil, e está resolvido (...). O problema é quando não é redutível (...), temos de voltar às bases, pegar nas ligaduras de gesso e fazer à moda antiga.”* Esta opinião sugere que, em situações em que a correção ativa durante a moldagem é necessária, a tiragem do molde em gesso ainda pode oferecer maior controlo imediato.

De forma semelhante, P3 referiu que *“em casos de desvios muito efetivos em que tenhamos algumas dificuldades, o método tradicional nesse aspeto é mais benéfico.”* Sublinhou também as limitações da digitalização em crianças pequenas ou com dificuldades de colaboração: *“(...) muitas vezes eles são muito novos e não se consegue fazer a digitalização porque os miúdos não param quietos.”*

Por outro lado, P4 afirmou categoricamente: *“Não, o digital, o novo CAD/CAM dá para todas as situações.”* Já P5 explicou que, mesmo em casos em que realiza a tiragem dos moldes de forma manual — como em situações de espasticidade intensa ou deformidades neurológicas —, o processo digital continua presente: *“Só salto a tarefa do scan, de resto é tudo igual (...), depois tenho sempre digitalizado para poder trabalhar o molde.”*

P6 adotou uma posição equilibrada, afirmando que *“mais adequado não posso dizer, porque isso tem a ver com a nossa experiência e o paciente em si.”* No entanto, reconheceu que a predominância atual recai claramente sobre o digital: *“Confesso que já são poucos os casos em que o iria fazer [o molde em gesso], iria dar sempre predominância à técnica CAD/CAM.”*

Já os participantes P1 e P7 rejeitaram a ideia de que existam limitações relevantes associadas à aplicação do CAD/CAM. Para P1, *“não”* há diferenças significativas nesse

sentido, e P7 reforçou esta posição ao afirmar: “Não, acho mesmo que é uma evolução e estas coisas só surgiram para nos ajudar a sermos ainda mais específicos.”

Em síntese, embora se reconheça que casos muito específicos possam requerer adaptações técnicas, os participantes expressaram confiança na aplicabilidade generalizada do CAD/CAM e na sua capacidade de se adaptar mesmo a situações clínicas desafiantes, muitas vezes recorrendo a abordagens híbridas ou à digitalização de moldes manuais.

2.4-Na sua opinião, qual das técnicas oferece maior precisão no ajuste das ortóteses ao paciente?

Seis dos sete participantes identificaram a técnica CAD/CAM como sendo aquela que oferece maior precisão no ajuste das ortóteses de tronco, sobretudo pela possibilidade de controlo visual e digital das alterações realizadas no molde. Esta perceção reflete a valorização das ferramentas digitais como apoio técnico na tomada de decisão clínica e como meio para otimizar os pontos de correção, pressão e estabilização.

P4 explicou que *“o digital [permite] ter o molde original e o molde corrigido e sobrepor as duas imagens (...), visualizar o antes e o depois, e ver as correções que iremos efetuar.”* Sublinhou ainda a capacidade de integração de outros elementos clínicos no processo digital, referindo que *“há softwares que consegues encurtar um RX ou fotografia, sobrepor em cima da imagem e consegues ver as zonas de pressão e estabilização que estás a adotar.”*

Também P7 destacou o valor acrescentado da integração entre imagem radiológica e modelo tridimensional: *“Cad/Cam, porque o facto de conseguir meter num programa de computador um RX e conseguir meter um scanner de um menino e conseguir encaixar os dois (...), dá-nos uma justificação muito grande.”*

P2 reforçou esta ideia de previsibilidade e planeamento ao afirmar que *“a técnica CAD/CAM [é preferível] porque já se consegue ter uma antevisão daquilo que vai ser.”*

Para P5, essa superioridade não deixa margem para dúvida: *“Sem sombra de dúvida, o digital.”*

Já P3 foi direto ao referir *“CNC”* (técnica Cad/Cam) como a abordagem que proporciona maior precisão, e P1 respondeu de forma inequívoca: *“No digital.”*

A única resposta que introduz uma nuance mais cautelosa foi a de P6, que considera que a precisão depende mais da competência técnica do profissional do que da técnica em si: *“Se o técnico for bom, ambas as técnicas conseguem fazê-lo.”* Esta posição

sugere que a tecnologia, embora facilitadora, não substitui o julgamento e a experiência do ortoprotésico.

Ainda assim, o padrão de respostas revela uma percepção fortemente favorável ao CAD/CAM enquanto ferramenta de apoio à obtenção de resultados mais precisos e consistentes. O uso de softwares que permitem sobreposição de imagens, planeamento digital e visualização das zonas de atuação corretiva contribui, segundo os participantes, para um ajuste mais rigoroso, mais previsível e mais alinhado com os objetivos clínicos definidos.

2.5-Existem benefícios de uma técnica de fabrico em relação a outra?

Todos os participantes reconheceram que existem benefícios distintos entre as duas técnicas de fabrico analisadas, sendo que a maioria evidenciou uma preferência clara pelos ganhos associados ao método CAD/CAM. A percepção de superioridade da técnica digital está sobretudo relacionada com a precisão, a rapidez, a ergonomia e a consistência dos resultados, embora alguns entrevistados tenham salientado que a técnica tradicional pode, em situações muito específicas, apresentar utilidade pontual.

Para P2, *“a técnica convencional é mesmo quando tem de ser, mas quando é um caso em que tem de ser, obviamente o benefício é todo, mas é por exclusão das outras, porque não se consegue usar as outras.”* Esta afirmação reflete a ideia de que a técnica tradicional é atualmente uma exceção, utilizada apenas quando o CAD/CAM é inviável ou contraindicado.

P5 reforçou a percepção de superioridade do CAD/CAM ao afirmar: *“A nível de fabricação temos muito maior precisão com o CAD. Até ao dia de hoje, tendo utilizado as duas técnicas e tendo experiência nas duas, não vejo grande vantagem na técnica tradicional.”* A melhoria da exatidão do produto final é uma vantagem reiterada por vários entrevistados relativamente à técnica CAD/CAM.

Já P7 destacou os benefícios associados à rapidez e à experiência do utilizador, tanto do técnico como do paciente: *“Sim, muita rapidez. Os pais procuram muito o conforto e precisão.”* Esta resposta reforça o valor percebido do CAD/CAM na relação com os utentes e famílias, enquanto sinal de modernização e eficiência.

P3 introduziu um argumento interessante relacionado com a curva de aprendizagem, considerando que *“a margem de erro e de aprendizagem quando tiramos o molde [manual] (...) é muito maior.”* Sublinhou ainda que *“a curva de aprendizagem com software é muito menor do que os anos de experiência que é necessário ter para termos*

uma correção de gesso muito mais precisa ou no mesmo grau de precisão que o software nos dá.”

P6 apresentou uma visão equilibrada, reconhecendo que *“a técnica CAD/CAM tem benefícios sobre a técnica tradicional, apesar de ambas terem vantagens e desvantagens.”* Esta apreciação reflete uma postura pragmática, que valoriza os dois métodos conforme o contexto.

Participantes como P1 e P4 limitaram-se a confirmar que sim, existem benefícios entre as técnicas, sendo que as suas restantes respostas ao longo da entrevista indicam que esses benefícios são maioritariamente associados ao método digital.

Em síntese, os entrevistados reconheceram que ambas as técnicas podem ter lugar na prática ortoprotésica, mas os benefícios do CAD/CAM foram amplamente destacados, tanto em termos de desempenho técnico como na experiência global do profissional e do paciente.

2.6 – Que limitações existem de uma técnica em relação à outra? Na sua opinião, essas limitações são suficientes para suprimir/anular a outra técnica?

Os participantes demonstraram uma perceção equilibrada sobre as limitações das duas técnicas, reconhecendo que ambas apresentam fragilidades contextuais, mas que nenhuma é suficientemente limitada ao ponto de justificar a exclusão total da outra.

Para P1, embora o CAD/CAM tenha limitações específicas, estas não comprometem a sua aplicabilidade geral: *“Em termos de limitações é mais limitada em relação ao gesso. Para mim é muito mais fácil trabalhar no digital, abre-me mais caminho para fazer o que eu quero, mas de resto, tirando isso acho que não influi uma com a outra.”*

A flexibilidade do CAD/CAM, sobretudo quando associado a abordagens híbridas, foi também salientada por vários participantes. P3 explicou: *“A única limitação do CAD/CAM é mesmo a questão da digitalização. Mas podemos fazer o molde em gesso e depois digitalizar esse molde (...), e a partir daí trabalhar na mesma.”* Este entendimento sugere que, quando bem articuladas, as técnicas podem complementar-se, anulando as limitações iniciais de cada uma.

P2 trouxe um exemplo clínico concreto para ilustrar a importância de adaptar a técnica à situação: *“Tive uma miúda com síndrome de Asperger (...) inicialmente ia fazer um Boston, mas acabou por ter de ser o CAD/CAM, porque não tolerava as pressões (...). É muito difícil responder, porque depende do caso que te aparece à frente.”* Este testemunho reforça que a limitação de uma técnica pode não ser a técnica em si, mas a sua adequação ao perfil do paciente.

A visão de P4 destacou o papel da formação tradicional como base essencial para a transição para o digital: *“É fundamental a pessoa trabalhar o método tradicional e estar a 100%, porque a nossa profissão é muito de toque e visualizar (...). A nível da curva de aprendizagem, conseguimos desfazer a tarefa [digital], temos sempre opção de começar a etapa zero.”*

P6 expressou uma posição cautelosa, rejeitando a ideia de anular qualquer uma das técnicas: *“Suprimir ou anular totalmente não concordo. Podem ser ambas utilizadas consoante aquilo com que nos sentimos mais à vontade e consoante as características do paciente.”* Ainda assim, reconheceu a sua preferência pelo CAD/CAM devido às vantagens operacionais que oferece.

P5, por sua vez, relativizou a utilidade da moldagem manual, afirmando: *“Excetuando a moldagem da ligadura [gesso], não vejo resultado objetivo de fazer uma correção em gesso.”*

Já P7 abordou uma limitação técnica específica do CAD/CAM: a ausência de estiramento durante o processo de digitalização. Referiu que, *“na forma tradicional usa-se muito o estiramento quando se está a tirar o molde de gesso e nós ainda estamos a fazer o CAD/CAM sem estiramento (...), e eu acho que era benéfico também acompanhar do estiramento.”* Relatou um caso em que esta limitação foi superada com uma combinação de abordagens, recorrendo ao estiramento tradicional em associação ao processo digital da técnica CAD/CAM.

Em suma, os participantes reconheceram que, embora o CAD/CAM ofereça vantagens amplamente reconhecidas, existem contextos em que limitações técnicas, comportamentais ou clínicas podem justificar a adoção da técnica tradicional ou de abordagens mistas. A coexistência das duas técnicas é, portanto, vista como complementar, e não excludente.

2.7 – Em termos de fluxo de trabalho, que técnica permite um processo mais organizado e eficaz?

A unanimidade das respostas revela uma perceção clara entre os participantes: o CAD/CAM é amplamente reconhecido como a técnica que permite um fluxo de trabalho mais organizado, eficiente e alinhado com as exigências contemporâneas dos serviços de ortoprotesia. Os benefícios apontados vão desde a facilidade de armazenamento e recuperação da informação, até à otimização dos recursos logísticos e temporais.

P1 foi direto ao afirmar: *“Digital.”* Uma resposta breve, mas reveladora da naturalidade com que o método é hoje encarado como norma em muitos contextos.

A mesma convicção é partilhada por P2 e P3, que afirmaram: “CAD/CAM, sem dúvida.” Esta expressão, repetida por ambos, transmite não apenas preferência, mas confiança na eficácia da técnica em termos de organização do processo de fabrico.

P5 justificou a sua escolha detalhando aspetos operacionais relevantes: “Sem sombra de dúvida a técnica do CAD. Deixando tudo arquivado no computador é muito mais fácil, prático e conseguimos guardar e ter uma escala de evolução do paciente (...). O molde gessado pomos numa prateleira, ocupa um espaço enorme e logisticamente é difícil. Ao fim de um ou dois meses o molde vai fora.” Este testemunho destaca a importância da rastreabilidade e da gestão digital da informação clínica, aspetos cada vez mais valorizados em ambientes de saúde.

P4, P6 e P7 confirmaram igualmente a preferência pela técnica CAD/CAM neste domínio, com afirmações curtas e objetivas: “O digital” (P4), “O CAD/CAM” (P6), “CAD/CAM” (P7), reforçando o grau de consenso entre os profissionais.

Para além da eficiência, os participantes valorizam também a facilidade de manter histórico clínico, fazer revisões futuras e acompanhar a progressão do paciente, algo que o formato digital permite com muito maior flexibilidade e durabilidade face ao molde físico.

Em suma, esta pergunta revelou o maior grau de consenso do painel: todos os entrevistados apontaram o CAD/CAM como a técnica que mais contribui para um fluxo de trabalho racionalizado, organizado e sustentável, tanto do ponto de vista clínico como logístico.

2.8 – Com que técnica acredita ter mais controlo e previsibilidade sobre o tempo de entrega da ortótese ao paciente?

A maioria dos participantes considerou que a técnica CAD/CAM oferece maior controlo e previsibilidade relativamente ao tempo de entrega da ortótese ao paciente. Esta perceção está associada à rapidez de execução e à simplificação das etapas envolvidas no fabrico digital, especialmente quando o processo ocorre de forma integrada. No entanto, alguns entrevistados apontaram condicionantes logísticas que, em certos contextos, podem inverter essa vantagem e favorecer a técnica tradicional.

P1 foi claro na sua resposta: “Também no digital, CAD/CAM.” A mesma posição foi partilhada por P3, P4 e P7, que identificaram o CAD/CAM como método preferencial para garantir um fluxo mais rápido e previsível.

P5 apresentou uma perspetiva prática e flexível, destacando a eficácia do sistema quando bem estruturado: “Realisticamente, se não tivermos mais nada que fazer, até

de um dia para o outro fazemos um colete (...). Corrigimos digitalmente o molde, enviamos a uma central de produção e no dia também temos o molde pronto. Se não for em 24, em 48 horas está.” Este testemunho ilustra a rapidez potencial do processo digital em contextos com recursos organizados e acesso a produção externalizada eficiente.

Contudo, alguns participantes chamaram a atenção para as limitações logísticas que podem comprometer a previsibilidade do CAD/CAM, especialmente quando o processo depende de terceiros. P6 explicou: *“A técnica tradicional tem uma vantagem: todo o processo é feito aqui. A técnica CAD/CAM, como implica pedirmos os moldes — porque não temos fresadora —, podemos estar sujeitos a delays no tempo de entrega.”*

De forma semelhante, P2 reforçou esta preocupação, destacando os desafios relacionados com a produção internacional: *“Em termos de tempo de entrega, o outro como é feito nos Estados Unidos às vezes dá umas dores de cabeça (...). Apesar da praticidade do CAD/CAM, como o processo não é todo feito cá dentro, isso às vezes pode ser um problema.”* Acrescentou ainda que em situações em que *“as matérias-primas estão à mão”*, a técnica tradicional pode permitir maior autonomia e controle direto.

Em síntese, embora o CAD/CAM seja amplamente valorizado pela sua potencial rapidez e organização, a previsibilidade do tempo de entrega pode ser condicionada por fatores logísticos externos, como a ausência de fresadora local ou a dependência de centros de produção externos. A técnica tradicional, por seu lado, apesar de mais morosa em termos absolutos, oferece maior autonomia local, o que pode representar uma vantagem em contextos com limitações de infraestrutura.

5.1.3 Percepção dos entrevistados sobre o impacto do Custo

3.1-Quais são os principais fatores que influenciam o custo final de produção em cada técnica (ex.: materiais, equipamentos, mão de obra)?

Os participantes convergiram na ideia de que a mão de obra é o fator que mais pesa no custo final de produção das ortóteses de tronco, especialmente na técnica tradicional, pela exigência de tempo e esforço manual. O tempo despendido e a organização do processo de fabrico surgem, assim, como elementos determinantes na avaliação de custos em ambas as abordagens.

P1 destacou que *“no gesso, há que encher, desbastar, confirmar medidas... não é tão rápida essa percepção”*, considerando o processo tradicional mais moroso e exigente do ponto de vista operativo. Esta percepção foi reforçada por P3, que afirmou: *“Nos coletes,*

uma grande percentagem do seu valor é a mão de obra, porque os materiais utilizados são de custo baixo.”

P4 considerou que, mesmo havendo custos associados ao software no método digital, a poupança de tempo é relevante: *“O tradicional acaba por ser mais caro (...), preciso de meia hora para digitalização, se fosse no gesso não seria meia hora.”* No entanto, também alertou para os custos indiretos do CAD/CAM, como o pagamento de créditos para exportação de ficheiros STL.

P6 e P2 abordaram os custos do processo CAD/CAM quando envolve outsourcing ou tecnologias de terceiros. Para P6, *“o molde [CAD/CAM] tem um custo bastante superior ao gesso que utilizamos no molde tradicional.”* P2 acrescentou que *“tudo o que é feito por um terceiro terá as suas margens e obviamente fica mais caro,”* sublinhando que o fator decisivo é o custo do tempo e a simplificação que o digital oferece ao técnico, libertando-o para outras tarefas: *“Somos ortoprotésicos, não engenheiros informáticos (...), o que faz a diferença é o custo em termos de tempo.”*

P5 também apresentou uma visão abrangente dos custos: *“Na técnica tradicional o fator principal será sempre a mão de obra (...), no CAD também, visto que muitas vezes é recrutada fora.”* Assinalou ainda o impacto do investimento inicial em maquinaria e software, que embora significativo, tende a ser diluído no custo por unidade produzida. Considerou o tempo como *“um recurso económico,”* reforçando a lógica de eficiência.

P7 trouxe uma perspetiva interessante sobre o redireccionamento do tempo do técnico no processo CAD/CAM: *“Enquanto no manual vamos demorar muito tempo na correção e confeção do colete, neste caso é mais rápido, mas acabamos por dedicar mais tempo ao acompanhamento.”* Esta redistribuição do tempo, embora não reduza o envolvimento total do profissional, permite que este se concentre em tarefas de maior valor clínico, como a monitorização da evolução do paciente.

Em síntese, os entrevistados identificaram a mão de obra e o tempo como os principais fatores de custo em ambas as técnicas. A técnica tradicional tende a ser mais exigente do ponto de vista do trabalho manual, enquanto o CAD/CAM, embora implique custos de equipamento e externalização em alguns contextos, oferece ganhos relevantes em termos de produtividade e flexibilidade. A percepção geral é que, com logística adequada, o CAD/CAM permite maior racionalização do tempo e uma melhor alocação dos recursos humanos.

3.2 – Existe uma diferença significativa no custo de fabrico da ortótese dependendo da técnica utilizada? Se sim, com qual das técnicas é garantido um custo de fabrico mais baixo?

As respostas dos participantes revelaram uma diversidade de perceções quanto ao custo de fabrico da ortótese consoante a técnica utilizada. Embora alguns entrevistados tenham identificado uma diferença significativa a favor da técnica tradicional, outros consideraram que o CAD/CAM pode ser mais vantajoso dependendo da escala de produção, do modelo de organização interna e da distribuição do tempo do técnico.

P1 foi direto ao considerar que “*no digital*” o custo de fabrico é mais baixo, sustentando as suas respostas anteriores que apontavam para a poupança de tempo e esforço físico no processo CAD/CAM.

P3 também defendeu claramente a superioridade económica do método digital: “*Perfeitamente. Com o CAD/CAM.*” Esta perceção está alinhada com a valorização do tempo como fator económico e da simplificação do fluxo de trabalho.

No entanto, alguns participantes adotaram uma visão mais ponderada. P4 afirmou: “*É ela por ela. A única etapa que é diferente é a primeira, tiragem do molde e correção, o resto é tudo igual.*” Reconheceu alguma diferença nas fases iniciais, mas não a considerou suficientemente significativa para impactar fortemente o custo final.

P7 reforçou essa ideia, referindo que “*o valor será idêntico, só que o tempo é direcionado para outro tipo de acompanhamento (...), a produção é mais rápida, mas o acompanhamento é mais demorado.*” Esta resposta sugere que o custo pode não se alterar substancialmente, mas o tempo do técnico é redistribuído, favorecendo o acompanhamento clínico.

P2 apresentou uma análise mais estratégica, diferenciando entre empresas com grande volume e estruturas menores: “*Para uma escala mais pequena compensa mais fazer pelo sistema CAD/CAM com plataforma (...). Numa escala maior, se fizeres o investimento, a médio/longo prazo sai mais em conta.*” Alertou ainda para o impacto da externalização do serviço: “*Estamos a terceirizar, mas é o preço que se paga para não fazer um investimento mais vultuoso.*”

Já P6 afirmou de forma objetiva: “*A técnica tradicional tem um custo de fabrico mais baixo.*” Esta perceção prende-se com os custos diretos do molde, conforme já referido na pergunta anterior.

P5 também apontou que “*em termos de custos materiais a técnica tradicional sairá mais económica,*” mas ressaltou que o verdadeiro fator diferenciador continua a ser o custo da mão de obra: “*Se o profissional de saúde cobrar mais à hora, pode não compensar.*”

Em síntese, embora alguns entrevistados identifiquem o CAD/CAM como mais eficiente, outros consideram a técnica tradicional como mais económica, sobretudo em termos de custos diretos com materiais. No entanto, a maioria dos participantes reconhece que o custo final não depende exclusivamente da técnica, mas antes da gestão interna dos recursos, da escala de produção, da disponibilidade de equipamento próprio e da forma como o tempo do técnico é alocado entre fabrico e seguimento clínico. Assim, o custo mais baixo não é garantido por uma técnica em absoluto, mas sim pelo contexto em que esta é implementada.

3.3-Existem diferenças no custo dos materiais utilizados para o fabrico de uma ortótese de tronco entre uma técnica e outra? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em materiais/consumíveis?

À pergunta sobre diferenças no custo dos materiais e consumíveis, os participantes revelaram perceções variadas, com destaque para a comparação entre os elementos diretamente usados na moldagem do paciente (como o gesso) e os recursos digitais (como blocos de fresagem e créditos para software).

P1 afirmou claramente que *“a parte da utilização do gesso acaba por gastar muito mais”*, indicando que, do seu ponto de vista, o método tradicional representa um maior consumo de materiais físicos. Por outro lado, P2 contrapõe que *“como no sistema CAD/CAM não tenho de comprar materiais porque ele já vem pronto, diria que fica mais barato”*, o que reflete uma perceção de menor complexidade e logística material quando se recorre à externalização da produção digital.

P3 apresenta uma visão mais equilibrada, esclarecendo que *“em relação ao custo dos materiais utilizados não será uma diferença muito significativa”*, mas ressaltando que a digitalização acarreta *“custos indiretos” como o software, o scanner, o iPad e a exportação dos ficheiros STL*. A mesma lógica é reforçada por P4, que compara: *“se for o tradicional temos as ligaduras e o gesso (...); se for o CAD/CAM, temos o crédito, o STL e o bloco para desbastar”*. Apesar de identificar um custo mais elevado do bloco (cerca de 70€), conclui que *“tempo é dinheiro”*, referindo que a simultaneidade de tarefas no digital justifica o investimento.

Alguns entrevistados consideram os custos semelhantes entre as técnicas: *“não é significativo, é idêntico”* (P5) e *“o custo de fabrico é igual numa técnica e noutra”* (P6), embora este último distinga que *“para fabricar o molde, aí sim, o custo é superior na técnica CAD/CAM”*. Já P7 sublinha que os custos variam consoante a fase de implementação: *“se estivermos a falar de uma fase inicial em que não tenhas scanner*

tens um custo elevado (...), a partir desse momento só passamos a ter o custo do bloco". Essa observação salienta o impacto do investimento inicial no custo global da técnica Cad/Cam, especialmente no início da transição tecnológica.

A análise revela uma percepção não unânime sobre os custos materiais entre as duas técnicas. Embora alguns entrevistados considerem o tradicional mais oneroso devido ao gasto contínuo com materiais (P1), outros sublinham que os custos do CAD/CAM, embora pontuais, são elevados (P4, P7). A maioria, contudo, tende a reconhecer que a diferença no custo dos materiais por si só não é decisiva, sendo diluída por outros fatores como o tempo de produção, simultaneidade de tarefas e fase de investimento em tecnologia. A decisão entre técnicas parece, assim, depender mais do modelo de trabalho adotado do que apenas do custo isolado dos consumíveis.

3.4-Existem diferenças relativamente ao custo de aquisição dos equipamentos necessários para o fabrico de ortóteses de tronco numa técnica e noutra? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em equipamentos?

Existe consenso unânime entre os sete participantes de que a técnica CAD/CAM requer um investimento substancialmente mais elevado em equipamentos, em comparação com a técnica tradicional. A aquisição de dispositivos digitais, tais como scanners, softwares de modelação e exportação (STL), computadores, tablets e, eventualmente, fresadoras, representa um custo inicial significativo que, apesar de escalável, constitui uma barreira à entrada para muitas instituições ou empresas com menor capacidade de investimento.

P1 refere que *"nos equipamentos é o digital"*, embora considere que *"no custo final é igual"*, sugerindo que os custos iniciais do CAD/CAM podem ser compensados ao longo do tempo. Já P2 é claro ao afirmar: *"CAD/CAM sem dúvida, porque tens de comprar tudo, o laser, o software, e é muito mais caro"*. Esta percepção é reforçada por P3, que sublinha que *"os custos de aquisição são bastante diferentes [...] se estivermos a considerar termos todos os equipamentos necessários e não delegarmos a outros"*. Acrescenta ainda que *"podemos ter o scanner e o software de correção e depois a produção do molde ser feita por terceiros, com um custo associado, mas bastante inferior ao custo inerente a termos uma máquina que o faça"*.

Na mesma linha, P4 destaca que *"o digital tem de se investir no scanner, software, enquanto no tradicional tem de se investir em ligaduras. Mas sem dúvida que para o digital precisas de um investimento maior: scanner, iPad ou iPhone, computador, o custo*

é maior”. P5 também reconhece essa disparidade: “*sim, obviamente a técnica CAD, o investimento é muito mais significativo*”.

P6 reforça este ponto ao afirmar: “*sem dúvida que o CAD/CAM implica maior investimento em equipamentos. Porque logo à partida temos o scanner e o software de tratamento 3D [...] só para aquisição de imagem implica um custo grande, enquanto o custo de uma ligadura de gesso para a técnica tradicional é irrisório*”. Por fim, P7 conclui de forma inequívoca: “*aí sim, no CAD/CAM existe maior investimento em equipamentos*”.

Assim, a análise revela um acordo total quanto à diferença no custo de aquisição de equipamentos entre as técnicas. Enquanto a técnica tradicional requer apenas materiais simples e acessíveis (como ligaduras e gesso), o CAD/CAM exige um investimento tecnológico muito superior, especialmente quando o processo de fresagem é realizado internamente. No entanto, tal como sugerido por alguns participantes, este investimento poderá ser compensado ao longo do tempo através de maior produtividade, precisão e organização no fabrico.

3.5-Existem diferenças no custo de manutenção dos equipamentos utilizados em cada técnica? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em manutenção?

Todos os participantes concordam que a técnica CAD/CAM implica maior investimento em manutenção, tanto ao nível de equipamentos como de software. A manutenção dos dispositivos digitais — como scanners, fresadoras ou softwares de correção — foi amplamente referida como mais exigente, frequente e dispendiosa, contrastando com a quase inexistência de manutenção associada à técnica tradicional.

P1 afirma que “*digital, as máquinas. A manutenção que temos de fazer nas máquinas*” representa um custo não negligenciável. P2 reforça essa perceção, ao dizer que “*na técnica tradicional como sabes são equipamentos em que a manutenção é só quando o rei faz anos, enquanto o laser ou licença para software CAD... precisas atualizar, e é mais dinheiro*”. P3 corrobora esta visão, afirmando que “*o custo de manutenção do CAD/CAM é bastante superior, o outro praticamente não tem manutenção*”.

Do ponto de vista técnico-operacional, P4 refere que “*sim, fazer a manutenção e revisão ao robot, os créditos só são válidos por um ano, o scanner a cada ano ou dois anos tem um novo modelo a sair*”, apontando não só os custos diretos, mas também a obsolescência tecnológica como fator relevante. P5 introduz uma nuance interessante ao considerar que “*existirá também [um custo] mais significativo na técnica CAD conforme o nível de equipamentos. Se for um scanner, a manutenção é quase nula; se*

for a fresa ou impressora, será maior”, o que sublinha a importância da infraestrutura instalada na estimativa do custo de manutenção.

Também P6 considera que *“CAD/CAM implica maior investimento em manutenção”,* sem apresentar exceções. Finalmente, P7 amplia o conceito de manutenção ao referir que *“o CAD/CAM exige mais manutenção. E até mesmo investimento em formação para estarmos sempre a evoluir”,* destacando o custo indireto associado à atualização contínua de competências técnicas.

Em síntese, o consenso é absoluto: a técnica CAD/CAM acarreta custos de manutenção mais elevados, associados à complexidade tecnológica dos equipamentos e à exigência de atualizações regulares, sejam elas de hardware, software ou competências dos profissionais. A técnica tradicional, por sua simplicidade, é praticamente isenta de custos de manutenção, sendo este um dos poucos domínios onde se verifica uma clara vantagem económica desta abordagem.

3.6-Identifica diferentes necessidades de formação ou especialização dos Ortoprotésicos, de uma técnica de fabrico em relação a outra? Em caso afirmativo, como isso impacta no custo de produção?

As opiniões dos participantes dividem-se quanto à necessidade de formação diferenciada entre as técnicas, embora a maioria reconheça que a transição para o CAD/CAM implica novos conhecimentos e competências específicas, sobretudo no domínio do software e do raciocínio digital. Apesar disso, poucos associam diretamente essas necessidades a um impacto económico relevante no custo de produção.

Para P1, não há diferença significativa: *“É o mesmo, um técnico que aprenda a fazer também consegue fazer no digital, não é por aí”.* Já P2 apresenta uma perspetiva distinta, relatando que a aprendizagem do CAD/CAM foi impulsionada por iniciativa própria: *“Tudo o que sei de impressão 3D, CAD e scan foi por interesse próprio, e, entretanto, convenci a empresa a fazer o investimento para aprender mais”.* Ainda assim, admite que *“bates na parede quando chegas aquele ponto em que implica muito mais tempo [...] a curva de aprendizagem fica muito acentuada e depois pensas que vai demorar mais tempo a subir o próximo degrau”,* sugerindo que a formação contínua em tecnologias digitais pode ser exigente e consumir recursos temporais importantes.

P3 também reconhece diferenças, observando que *“são formações diferentes, os princípios são os mesmos, mas a forma como os atingimos é que são diferentes”.* Essa ideia é aprofundada por P4, que destaca resistências associadas a perfis profissionais mais antigos: *“Nós trabalhamos muito com os braços na sala de gessos, e nas digitais*

passas a estar num computador [...] há pessoas que não se imaginam numa secretária a corrigir um molde depois de tantos anos”. Acrescenta ainda que “ali eu tenho de dizer: para fazeres assim, tens de fazer assim, assim e assim... o caminho se calhar é outro e eu não sei se estão dispostos a querer aprender”, sugerindo que o custo de formação pode não ser apenas financeiro, mas também cultural e motivacional.

Em contraponto, P5 relativiza o impacto da formação, ao afirmar que *“regra geral não, a formação base que é dada é mais do que suficiente para elaborar tanto uma como a outra”*. Contudo, P6 admite que *“ambas as técnicas implicam formação e especialização”* e destaca o papel do acompanhamento: *“É sempre preciso ter um mentor, alguém que nos vá explicar como é que o processo funciona”*. Ainda assim, considera que *“não há uma grande diferença entre os custos de formação de uma e outra técnica”*, embora reconheça que *“talvez hoje em dia por ser uma técnica nova, o CAD/CAM implique maior custo de formação”*.

Finalmente, P7 salienta a curva de aprendizagem associada ao digital: *“É preciso formação para as duas, mas quando passamos para o CAD/CAM senti uma necessidade grande de perceber como funcionava o programa”*. No entanto, destaca também uma vantagem competitiva adquirida com a experiência: *“Vejo uma vantagem em relação aos nossos colegas que saem agora (novos licenciados), é que eu olho para a imagem que lá está e tenho uma perspetiva diferente da deles”*.

Em síntese, embora haja alguma divergência na perceção do impacto económico da formação, existe um reconhecimento relativamente consensual de que o CAD/CAM exige novas competências técnicas, especialmente no uso de software e na interpretação de modelos tridimensionais. O investimento em formação é, assim, visto mais como um requisito estratégico do que como um fator de custo direto, sendo frequentemente associado à transição geracional e à modernização da prática ortoprotésica.

3.7-Os custos relacionados com ajustes, manutenções e substituições das Ortóteses ao longo dos 12 meses seguintes após a entrega ao doente difere dependendo da técnica utilizada para o fabrico da ortótese?

Relativamente à questão sobre possíveis diferenças nos custos relacionados com ajustes, manutenções ou substituições das ortóteses ao longo dos 12 meses seguintes à entrega, os entrevistados foram unânimes em afirmar que não existem diferenças significativas entre as duas técnicas de fabrico. Independentemente da técnica utilizada,

os profissionais consideram que os custos associados ao seguimento clínico são parte integrante da prática ortoprotésica e não se alteram em função da técnica utilizada.

P1 foi direto na sua resposta, afirmando: "Não." P2 partilhou da mesma opinião, afirmando: "Não, não noto diferença de uma para a outra." Também P3 reforçou esta ideia ao explicar que "não, isso é igual. O que pode diferir é se a execução da ortótese não for tão precisa por ser utilizada a técnica tradicional, mas isso são coisas que não serão significantes."

P4 acrescentou um exemplo de boa prática associada ao uso do CAD/CAM, que embora não represente aumento de custos, permite um seguimento clínico mais visual e menos invasivo: "Não, a parte dos reajustes é comum. Mas há uma coisa que eu faço para não sujeitar os utentes a tantos RX: peço sempre após a colocação do colete um RX passado um mês, e para não submeter a tantos RX, faço uma nova digitalização e depois meto o original, o colete corrigido e uma digitalização passada 6 meses e assim tenho uma informação visual daquilo que está a ser a correção do colete."

P5 foi igualmente claro: "Não, regra geral não." P6 partilhou a mesma visão: "Não, de todo." Por fim, P5 destacou que, independentemente da técnica utilizada, os custos de acompanhamento já estão integrados na proposta inicial: "Nós tanto numa técnica como outra damos um valor inicial que inclui a manutenção durante todo o tempo que durar o colete."

Em suma, os profissionais consideram que os ajustes fazem parte do processo clínico normal e não dependem da técnica de fabrico adotada, confirmando que os custos de seguimento são estáveis e previsíveis em ambos os métodos.

3.8-Existe necessidade de um espaço específico ou infraestrutura adicional para a prática da técnica CAD/CAM? E para a prática da técnica tradicional? Se sim, esse custo é significativo?

Todos os entrevistados reconheceram que ambas as técnicas exigem algum tipo de infraestrutura, mas a natureza e o grau dessa necessidade variam entre elas. Para a técnica tradicional, a maioria refere a necessidade de uma sala de gessos, com condições específicas de ventilação e higiene. P1 referiu que "para a técnica tradicional é preciso uma sala de gessos, é a única diferença", acrescentando que "o custo não é significativo". P3 reforça esta ideia ao afirmar que "para a prática tradicional precisamos do mesmo espaço" (em relação ao CAD/CAM), assumindo que os requisitos não mudam significativamente.

Já em relação à técnica CAD/CAM, a percepção varia consoante o grau de digitalização utilizado. Alguns profissionais consideram que um espaço simples é suficiente, nomeadamente um consultório adaptado. P4 afirmou: *"precisamos de espaço para digitalizar, um consultório é suficiente"*, e P7 disse: *"não, desde que tenhamos uma sala fechada conseguimos fazer perfeitamente"*. No mesmo sentido, P6 considera que *"o mesmo espaço pode ser utilizado quer numa técnica quer noutra"*, destacando apenas a conveniência de *"um espaço amplo para podermos manusear"* os equipamentos.

Contudo, outros participantes mencionam requisitos adicionais para o CAD/CAM, especialmente no que toca à iluminação ou à presença de plataformas de aquisição. P2 destacou que é necessária *"iluminação própria para o scan, ter a plataforma, no meu caso, adquirir esses equipamentos para conseguir avançar"*, referindo ainda que *"sim, é significativo [o custo], mas não tanto como montar uma produção em larga escala"*. P5 também reconhece que *"não [é] específico, mas exigirá um bocadinho maior de área. Consoante os equipamentos comprados"*, indicando que o espaço necessário depende do nível tecnológico adotado.

Em suma, a infraestrutura necessária para a técnica tradicional é descrita como mais exigente em termos físicos (sala suja, ventilação), enquanto a técnica CAD/CAM é mais flexível e adaptável a espaços comuns de avaliação clínica. O custo associado é geralmente considerado baixo ou moderado, exceto quando envolve investimentos em plataformas de digitalização ou produção interna.

3.9-Há algum impacto no custo de energia elétrica ou outros serviços devido ao uso de equipamentos CAD/CAM? E para a prática da técnica tradicional?

No que diz respeito ao impacto no custo de energia elétrica e outros serviços associados ao uso dos equipamentos CAD/CAM, os entrevistados apresentam opiniões distintas.

Para P1, o consumo energético no contexto do CAD/CAM pode ser ligeiramente superior, sobretudo *"pela máquina em si, sim, a máquina que faz a fabricação, é normal que tenha um bocadinho mais de custo"*. Já P2 tem uma percepção inversa, ao considerar que *"de CAD/CAM não, mais do outro, convencional, os fornos que consomem muita energia"*, destacando que a técnica tradicional também acarreta custos relevantes com equipamentos como os fornos usados na moldagem dos materiais. Esta observação reforça que o custo energético não é exclusivo da digitalização, mas depende dos recursos físicos utilizados em cada técnica.

P3 admite um aumento do consumo elétrico no CAD/CAM, mas relativiza esse impacto ao afirmar que *"sim, mas penso que o impacto não seja significativo"*. P4, por sua vez,

reconhece um aumento no consumo, referindo que *“sim, no meu caso sim porque tenho uma CNC”*, o que indica que o uso de fresadoras pode aumentar o custo de eletricidade. (CNC significa *Computer Numerical Control* ou, em português, Controlo Numérico Computorizado. No contexto da ortoprotesia, refere-se a máquinas de fresagem utilizadas na técnica CAD/CAM para esculpir moldes negativos a partir de modelos digitais)

P5 reforça esta ideia ao sublinhar que *“sim, dependendo da quantidade dos equipamentos investidos. Scanner não é significativo, se for uma unidade de fresagem, claro que sim”*, distinguindo claramente o impacto conforme o tipo de equipamento digital usado. Por outro lado, P6 minimiza o peso deste custo, dizendo que *“é irrisório”*, opinião partilhada também por P7, que afirma: *“que eu saiba, não”*.

Assim, embora alguns ortoprotésicos reconheçam que certos equipamentos associados à técnica CAD/CAM — como o equipamento de fresagem automatizada — podem contribuir para um aumento do consumo energético, este é geralmente considerado controlado e proporcional aos benefícios obtidos com a digitalização. A exceção apontada por P2 destaca que a técnica tradicional também pode apresentar custos energéticos significativos, especialmente quando envolve equipamentos como fornos. De forma geral, conclui-se que o impacto no custo de energia elétrica não é um fator decisivo isoladamente, sendo dependente do grau de modernização e da infraestrutura envolvida em cada técnica.

3.10-Há necessidade de atualização/formação frequente dos Ortoprotésicos relativamente ao uso da técnica CAD/CAM, gerando um custo indireto de formação contínua? E relativamente à técnica tradicional de fabrico?

Relativamente à necessidade de atualização ou formação contínua dos ortoprotésicos para o uso da técnica CAD/CAM, todos os participantes reconhecem, de forma direta ou indireta, a existência de algum grau de investimento formativo, embora as perspetivas sobre a sua intensidade e impacto económico variem.

P1 foi direto ao afirmar que *“sim, sim, e em relação à técnica tradicional também acho”*, sugerindo que a formação contínua é transversal, sendo necessária em ambas as técnicas. De forma semelhante, P7 partilhou que *“temos de estar sempre a investir na formação porque as coisas não são estáticas. Não digo que seja formação, mas tempo de pesquisa”*, sublinhando que a aprendizagem contínua pode não se traduzir necessariamente em cursos formais, mas sim num compromisso constante com a atualização técnica e clínica.

P2 introduz um ponto prático relevante ao referir que *“o custo é residual porque há muito boa informação online gratuita”*, embora reconheça que *“os programas que facilitam muito a vida são os mais caros e muitas vezes isso implica uma formação extra”*. Ou seja, o impacto económico da formação depende, em parte, da complexidade do software adotado.

Para P3, o investimento formativo parece estar mais concentrado na fase atual de desenvolvimento tecnológico, afirmando que *“ainda há aperfeiçoamentos em relação ao software, mas vamos chegar a uma altura em que acho que não haja muito mais a acrescentar”*. Esta visão sugere que o custo de atualização tende a ser maior numa fase inicial de implementação e adoção do CAD/CAM, podendo estabilizar no futuro.

P4 oferece uma distinção relevante: *“sim e não. Sim se optarem por um software com modalidade de correção livre [...] e esta segunda modalidade é mais intuitiva e prática”*. Ou seja, o nível de exigência formativa depende do tipo de interface adotado: soluções mais intuitivas exigem menos formação, enquanto softwares com maior liberdade de manipulação digital requerem maior especialização, especialmente em casos clínicos mais complexos.

Por sua vez, P5 considera que *“não ao uso da técnica, mas relativamente às abordagens de como fazer o colete, aí sim concordo”*, deslocando a necessidade de formação contínua da ferramenta técnica (software) para os fundamentos clínicos da intervenção. A seu ver, há lacunas tanto do lado ortoprotésico como médico sobre *“como os coletes devem ser feitos e aplicados”*, indicando que a atualização necessária vai além da tecnologia em si.

Finalmente, P6 reconhece que *“quer numa, quer noutra técnica tem de haver formações para nos irmos atualizando não sobre a técnica em si, mas sobre os diferentes métodos de correção de escoliose”*. Assim, o foco da formação, para este entrevistado, está mais na evolução dos princípios terapêuticos do que na técnica de fabrico em si.

Em síntese, há consenso de que a formação contínua é necessária, especialmente com a introdução e consolidação da técnica CAD/CAM. O impacto económico é geralmente considerado moderado ou dependente da estratégia tecnológica adotada (tipo de software e nível de autonomia digital). No entanto, vários participantes destacam que o custo mais relevante é o tempo investido em aprendizagem e a necessidade de manter-se atualizado quanto às abordagens clínicas mais eficazes — fator aplicável tanto ao método digital como ao tradicional.

3.11-O uso de equipamentos inerentes à técnica CAD/CAM envolve despesas frequentes com atualizações de software ou suporte técnico?

Com base nas respostas dos participantes a esta questão é possível identificar percepções divergentes quanto à frequência e ao impacto económico destas atualizações, refletindo diferentes realidades organizacionais e níveis de investimento tecnológico.

Três dos sete participantes (P1, P2 e P5) indicaram que não consideram essas despesas como frequentes ou relevantes. Para P1, “*não*” há qualquer impacto a assinalar, e P2 especifica que “*não diria frequentes, porque não é algo que ocorra com frequência*”. Já P5 afirma de forma direta que “*não*” existem custos notáveis neste âmbito, sugerindo que, na sua realidade, os equipamentos utilizados não exigem manutenção ou atualização regular.

Por outro lado, os restantes participantes reconheceram que poderá haver despesas associadas, sobretudo em equipamentos mais complexos ou na utilização de software avançado. P3 foi direto ao afirmar “*sim*”, assumindo que essas atualizações fazem parte do processo tecnológico. P4 faz uma distinção relevante: “*se falarmos do software de correção, não; se falarmos do robot, sim*”, acrescentando que “*sempre que é necessária uma atualização temos de pagar uma licença para a manutenção e é um valor elevado de 4 dígitos*”, evidenciando um impacto financeiro considerável quando há atualizações estruturais nos equipamentos mais sofisticados, como fresadoras robotizadas.

P6 mostra uma posição intermediária, afirmando que “*pode envolver sim, dependendo do software que se tenha*”, o que indica que a escolha do fornecedor ou do modelo de software influencia diretamente os custos de suporte. Já P7 confirma a existência dessas atualizações, mas relativiza o seu custo ao afirmar que “*algumas vezes são gratuitas*”, sugerindo que nem todas as atualizações representam um encargo para a instituição ou técnico responsável.

Em síntese, a maioria dos participantes reconhece que existem atualizações ou suporte técnico associados à técnica CAD/CAM, mas não há consenso sobre a frequência nem sobre o seu impacto financeiro direto. O custo depende do nível de complexidade tecnológica adotado (ex.: uso ou não de robots de fresagem) e do modelo de licenciamento de software contratado. As atualizações podem ser pontuais e de custo reduzido ou, pelo contrário, representar despesas elevadas, especialmente quando exigem licenças periódicas ou manutenção técnica especializada. Esta variabilidade indica que a decisão pelo CAD/CAM deve considerar não apenas o investimento inicial, mas também a previsibilidade dos custos de suporte e atualização a médio prazo.

5.1.4 Percepção dos entrevistados sobre o impacto no tempo de produção

4.1-Quanto tempo leva, em média, o processo de fabrico de uma ortótese de tronco com a técnica tradicional? E utilizando a técnica CAD/CAM?

No que respeita ao tempo médio de fabrico de uma ortótese de tronco, todos os participantes reconheceram que a técnica CAD/CAM permite, em geral, uma produção mais rápida face à técnica tradicional, ainda que o tempo total possa variar consoante fatores logísticos e organizacionais.

O participante P1 afirmou que *“feitas as contas no digital entre 8 e 10 horas. No gesso facilmente seriam de 12 a 14, porque é a parte do gesso, encher molde e isso leva muito mais tempo”*, refletindo uma percepção de ganho de eficiência significativa no processo digital. Também P3 partilha esta visão, considerando que *“com o CAD/CAM reduzimos o tempo [...] pelo menos duas horas irão ser retiradas à produção, se não forem mais, fazendo um total de 7 ou 8 horas”*.

Por outro lado, P4 sublinha a rapidez e flexibilidade do processo digital, mencionando um caso concreto em que *“fiz a digitalização segunda de manhã e à tarde estava a termo moldar o molde e na terça-feira estava a entregar”*, destacando ainda que *“como CAD/CAM, se for uma urgência, num dia e meio tenho o colete pronto ou até menos”*. A mesma participante salienta também o menor desgaste físico associado à técnica digital, considerando que *“o tradicional também é rápido, mas tenho de recorrer à ajuda de alguém porque é complicado manusear aquele objeto sozinha”*.

No extremo oposto, P7 descreve um cenário mais prolongado para o método convencional, referindo que *“tradicional, a correr bem, era mais ou menos um mês; quando há muita urgência, a nível do CAD/CAM, é de uma semana para a outra”*. Esta diferença temporal é reforçada por P5, que indica que *“na técnica tradicional, pelo menos duas semanas, porque tenho mais que fazer, e num colete por CAD/CAM em dois dias tenho o colete pronto”*.

Contudo, alguns participantes introduziram nuances importantes. P2, por exemplo, afirmou que *“a técnica CAD/CAM como isto é feito nos EUA é difícil dizer quanto tempo exatamente é que eles levam [...] mas eu diria que a técnica tradicional deve demorar o dobro do tempo”*. Já P6 reconheceu que, apesar de o tempo de fabrico do colete ser similar em ambas, *“a técnica de CAD/CAM pode encurtar o tempo de produção do molde”*, embora a logística envolvida no envio e receção dos moldes possa gerar atrasos: *“o tempo em que demora o molde a chegar a nós pode percorrer vários dias”*.

Assim, apesar de pequenas variações, existe consenso de que o CAD/CAM tende a reduzir o tempo de produção efetivo, especialmente nas fases de correção e moldagem. No entanto, a rapidez global está condicionada pela logística envolvida (como a terceirização da fresagem). Já a técnica tradicional é mais dependente do trabalho manual intensivo, o que prolonga o tempo de produção, sobretudo em contextos de elevada carga de trabalho ou ausência de assistência técnica.

4.2-Na sua experiência, há alguma etapa específica do processo de fabrico da ortótese (como tiragem de medidas/molde, correção do molde, ajuste ou finalização) que seja mais morosa numa das técnicas quando comparada com a outra técnica? Em caso afirmativo, qual?

A maioria dos entrevistados considera que existem etapas específicas do processo de fabrico que são substancialmente mais morosas na técnica tradicional em comparação com o método CAD/CAM, especialmente no que diz respeito à tiragem do molde e à correção do mesmo.

Para P1, *"A retificação demora mais tempo, na técnica tradicional."* Já P2 reforça essa ideia ao afirmar que *"no método convencional todos esses passos demoram mais, porque tens de fazer tudo de raiz, principalmente a correção, tens de fazer o molde de gesso e corrigir e isso demora muito mais tempo."*

P3 também destaca as diferenças claras na tiragem e correção: *"Perfeitamente, a tiragem do molde na técnica tradicional é bastante mais demorada, encher o molde, retirar as ligaduras e corrigir comparativamente ao método CAD/CAM também é mais demorado e é nesse aspeto que quer na tiragem do molde quer na correção há diferenças significativas."*

P4 sintetiza de forma direta: *"Sim, a etapa 1 de tirar o molde."* Já P5 é bastante preciso na comparação de tempos entre técnicas: *"Sem sombra de dúvida a correção do molde. De um modo geral com a técnica CAD/CAM 30 min e mesmo com a atenção exclusiva a um molde na técnica tradicional 3 a 4 horas."*

P6 concorda com esta perspetiva, referindo: *"Sim, a retificação do molde é claramente mais demorada na técnica tradicional."*

Por fim, P7 introduz uma nuance interessante, não diretamente relacionada com o fabrico, mas com o acompanhamento clínico facilitado pelo CAD/CAM: *"A parte do acompanhamento, de 6 em 6 ou de 8 em 8, voltamos a fazer scanner, voltamos a meter no computador, a comparar com os antigos. É tudo muito mais rápido no CAD/CAM, porque colocamos o doente numa posição, levantar os braços e andamos à volta dele,*

nem 10 min. E permite-nos perder mais tempo a explicar o que é, as dúvidas dos adolescentes e aos pais."

Em suma, os dados apontam de forma clara que a retificação e tiragem do molde são mais demoradas na técnica tradicional, sendo referidas por seis dos sete entrevistados. O CAD/CAM, ao automatizar etapas e permitir correções digitais, reduz consideravelmente o tempo e o esforço necessário nessas fases, o que se traduz em maior eficiência e menor desgaste físico para o profissional. Além disso, como referiu P7, a agilidade do CAD/CAM liberta tempo para o acompanhamento clínico e comunicação com os pacientes, acrescentando valor ao processo terapêutico.

4.3-Considera o tempo de produção um indicador de qualidade e eficiência dos serviços prestados ao doente? Em caso afirmativo, esse fator justifica, na sua opinião o investimento inicial dos equipamentos no caso específico da técnica CAD/CAM?

Verifica-se um consenso alargado entre os ortoprotésicos de que o tempo de produção constitui um indicador relevante de qualidade e eficiência, sobretudo em contextos clínicos com maior exigência de resposta. Para P1, *"quanto mais rápido melhor para ele [o utente]. Sim, justifica"* o investimento em tecnologia. P4 partilha da mesma opinião, afirmando de forma categórica: *"Sim. Sim, 100%."*

P7 reforça a evolução das expectativas dos utentes e cuidadores: *"Nesta altura sim, antigamente não, as pessoas achavam que este tipo de produtos demorava muito tempo e estavam dispostos a aguardar, agora os pais têm mais urgência. Sim, justifica."* Esta perceção é reforçada pela multifuncionalidade dos equipamentos: *"Nós não utilizamos só para os coletes."*

Contudo, alguns entrevistados como P2 e P3 salientam que a relação custo-benefício do investimento depende do modelo de negócio. P2 observa que *"não posso dizer que seja uma vantagem em termos de tempo de entrega, no meu caso porque é algo terceirizado"*, mas reconhece que *"uma empresa que tenha o sistema CAD é muito mais vantajosa em termos de tempo de entrega."* Já P3 argumenta que *"se estivermos a colocar dentro desse bolo a aquisição do robot de produção dos moldes aí é mais difícil [...] não acredito que haja possibilidade tendo em conta os valores da aquisição das máquinas"*, referindo-se a um custo de aquisição entre 110 e 120 mil euros.

Outros participantes, como P5 e P6, assumem uma perspetiva mais equilibrada. P5 admite que o tempo *"é o fator diferenciativo. Só esse fator, não."* Já P6 pondera que *"o tempo pode ser importante [...] mas pode demorar mais tempo a termos o processo todo feito."*

Assim, conclui-se que o tempo de produção é amplamente reconhecido como um fator relevante de qualidade e eficiência assistencial. O investimento em tecnologia CAD/CAM é considerado justificável, especialmente quando o volume de produção é elevado, quando existe possibilidade de subcontratação de etapas como a fresagem, e quando há intenção de aplicar os equipamentos a múltiplos produtos ortopédicos. No entanto, a viabilidade económica deve ser ponderada à luz da realidade institucional de cada contexto.

4.4-Considerando o tempo economizado numa das técnicas de fabrico, esse ganho de produtividade compensa financeiramente em comparação com a outra técnica?

Os ortoprotésicos inquiridos manifestaram concordância quanto ao facto de o tempo economizado na técnica CAD/CAM representar uma vantagem financeira considerável, sobretudo quando existe produção em maior escala. P1 afirma claramente que *“se for em massa, sim, se for em grandes quantidades o investimento é ótimo”*, o que evidencia a relação direta entre volume de produção e retorno económico. Esta perspetiva é partilhada por P2, que sintetiza de forma objetiva: *“sim, aí compensa”*.

P3 também reforça esta ideia, sublinhando que *“se estivermos a falar em produção fora do sítio sim, largamente”*, sugerindo que a delegação da fresagem a terceiros torna o processo ainda mais vantajoso. A simplicidade do argumento de P4 — *“Sim”* — confirma a percepção de que o ganho de produtividade compensa o investimento, enquanto P7 recorda o esforço associado à técnica convencional: *“Sim, nós perdíamos mesmo muitas horas a corrigir um colete.”*

Apesar do consenso, P5 introduz uma ressalva ao afirmar que *“compensa se o preço de venda for escalonado para justificar o investimento”*, indicando que a sustentabilidade económica também depende da política de precificação adotada. Já P6 considera que o tempo poupado pode ser convertido em valor de outra forma: *“eu acredito que sim, como tenho menos tempo despendido no CAD/CAM acabo por poder fazer outros tipos de tarefas”*, acrescentando que *“o tempo que iria perder a retificar um molde pela técnica tradicional acabamos por considerar que é um maior custo em termos de mão de obra.”* Deste modo, pode concluir-se que o ganho de produtividade proporcionado pelo CAD/CAM é amplamente reconhecido como uma mais-valia financeira, sobretudo em contextos de maior produção, de externalização parcial do processo ou de otimização de recursos humanos. A eficiência gerada permite não só reduzir o tempo de fabrico como também libertar capacidade técnica para outras atividades clínicas ou produtivas, contribuindo assim para uma melhor rentabilidade global do serviço.

4.5-Em que medida a escolha da técnica de fabrico afeta a eficiência do serviço prestado ao doente? Que ganhos traz?

A escolha da técnica de fabrico influencia de forma variável a eficiência do serviço prestado ao doente, conforme a perceção dos ortoprotésicos. P1 mostra-se mais neutro nesta questão, considerando que *“um bom técnico, se consegue trabalhar com gesso, também consegue fazer um bom trabalho”*, enfatizando que a competência individual é mais determinante do que a técnica usada. No entanto, os restantes participantes destacam vários ganhos associados à utilização do CAD/CAM, sobretudo no que respeita à precisão e à capacidade de controlo. P2 sublinha que *“escolher o método CAD/CAM é mais eficiente porque se têm mais métodos de controlo”*, referindo-se à comparação entre as medidas físicas e os dados digitais sobrepostos ao RX, o que considera mais rigoroso do que as marcações manuais tradicionais.

P3 é categórico ao afirmar que *“totalmente”* afeta a eficiência, sem reservas. P4 acrescenta que a diferença está sobretudo no tempo, afirmando que *“é mesmo uma questão de tempo”*, reforçando a rapidez como fator decisivo. A este respeito, P5 oferece uma perspetiva particularmente rica ao explicar que *“é mais rápido, e este fator é muito justificativo. Mesmo que se entregue um colete imperfeito para já temos pelo menos um colete, depois faremos o ajuste mais à frente”*. Salienta ainda que *“se entregarmos ao fim de duas semanas o tempo de espera é diferente, a ansiedade e a expectativa do cliente é diferente”*, sugerindo que a rapidez ajuda a gerir melhor a relação com o utente e torna o processo mais flexível.

P6 introduz uma nuance técnica, explicando que a técnica CAD/CAM melhora o serviço *“dependendo do modelo de colete de que estivermos a falar”*. Explica que, para modelos como o Boston, ambas as técnicas são eficazes *“desde que a pessoa saiba o que está a fazer”*, mas que no caso do modelo Chêneau, *“a técnica CAD/CAM tem claramente vantagens porque permite fazer coisas que pelo método tradicional iam ser muito complicadas de corrigir”*.

Por fim, P7 reforça os benefícios clínicos já observados na sua prática com o CAD/CAM, referindo que *“temos tido resultados muito bons”* e destacando que *“em alguns casos até temos tido uma redução da curvatura, e casos de duplas curvaturas que conseguimos passar só para uma”*, apontando ganhos terapêuticos concretos que associam a técnica a melhores desfechos clínicos.

5.1.5 Percepção dos desfechos relacionados com o processo de produção

5.1-Recebeu formação adicional para utilizar a técnica CAD/CAM? Se sim, como decorreu essa formação?

Observa-se, nas respostas recolhidas, uma tendência para considerar que a formação para a utilização da técnica CAD/CAM foi adquirida de forma pouco estruturada e, por vezes, informal. Vários ortoprotésicos referem que a aprendizagem ocorreu no local de trabalho ou através de formações pontuais organizadas por empresas fornecedoras do software ou equipamento.

P1 descreve um processo de aprendizagem informal e progressivo: *“Eu não obtive formação em si, fui aprendendo com os meus superiores. [...] foi uma coisa gradual, não foi uma formação com dia e hora marcada.”* De forma semelhante, P4 refere: *“Tive uma formação de duas horas, que é quase nada, [...] o resto aprendi sozinha.”*

Outros profissionais relatam experiências mais estruturadas. P2 menciona uma formação presencial: *“Sim, o distribuidor autorizado da empresa americana [...] veio cá à Madeira para dar formação sobre como funciona a plataforma.”* Já P3 explica que *“recebemos formação da empresa que produz o software”* e P6 afirma que *“foi a empresa que decidiu pagar pelo serviço de formação para utilização da técnica de CAD/CAM.”*

P7 destaca a intervenção de engenheiros biomédicos: *“Sim, por engenheiros biomédicos que tinham formação ao nível dos programas computacionais [...] conseguiram nos dar as ferramentas que precisávamos.”* Por outro lado, P5 afirma claramente: *“Não.”*

Embora nem todos concordem, é evidente que vários participantes reconhecem a necessidade de formação adicional para operar com o sistema CAD/CAM, mesmo que essa formação nem sempre decorra de forma formalizada. A aprendizagem é, muitas vezes, realizada com base em experiência prática, orientação informal ou apoio técnico dos fornecedores, o que pode gerar variações na profundidade e qualidade da capacitação entre os profissionais.

5.2-Como foi a curva de aprendizagem perante a introdução da técnica CAD/CAM na sua prática?

Com base nas respostas dos participantes, observa-se uma percepção generalizada entre os entrevistados de que a curva de aprendizagem na adoção da técnica CAD/CAM é, na maioria dos casos, acessível e progressivamente superável, embora variável conforme a experiência prévia com ferramentas digitais.

P1 refere que o seu processo de aprendizagem foi “*muito gradual*”, resultado de uma integração progressiva na prática e de observação direta dos colegas mais experientes. P2 destaca que a curva pode variar significativamente conforme o sistema adotado: “*na minha prática foi rápida porque trabalho com este sistema da Spinaltech [...], agora, desenhar um tronco é diferente de desenhar uma tala de dedo*”, sugerindo que o grau de complexidade anatômica influencia a exigência técnica da modelação.

Vários profissionais destacam que o tempo necessário para atingir autonomia não foi longo. P4 afirma que “*2 ou 3 semanas já estava a dominar*”, enquanto P5 menciona “*2 ou 3 dias*” para conseguir utilizar eficientemente as ferramentas principais, acrescentando: “*já vinha com um background diferente [...] não comecei do zero na modelagem 3D*”, o que evidencia a influência da experiência prévia na facilidade de adaptação.

P3 aponta que “*a curva de aprendizagem [...] é bastante menor comparativamente à aprendizagem pela técnica tradicional*”, destacando a maior intuitividade dos sistemas digitais. Já P6 reconhece que “*no início demorava bastante mais tempo a fazer as correções*”, mas que a evolução foi claramente positiva, resultando numa maior eficiência ao longo do tempo.

P7 admite ter sido inicialmente resistente à mudança: “*fui relutante, mas depois comecei lentamente a entrar e fazer e agora já não faço de outra forma*”, ilustrando um percurso típico de superação da resistência à tecnologia e adoção efetiva da nova prática.

Embora nem todos concordem no grau de facilidade, é evidente que vários participantes reconhecem que, com prática contínua, a curva de aprendizagem da técnica CAD/CAM é superável e compensa em termos de eficiência. O domínio das ferramentas digitais é influenciado por fatores como a complexidade do software, a experiência prévia com modelação tridimensional e o volume de prática diária.

5.3-No seu ponto de vista, existe alguma competência técnica específica necessária para operar adequadamente cada uma das técnicas? Se sim qual?

Verifica-se um entendimento comum entre os participantes de que, embora ambas as técnicas de fabrico de ortóteses exijam competências técnicas específicas, estas não são necessariamente um entrave, desde que exista formação e prática clínica adequada. Para vários ortoprotésicos, a técnica tradicional implica o domínio de competências manuais e conhecimento aprofundado de materiais e processos físicos. Como assinala P2: “*no método convencional é a prática da nossa área, é trabalhar com*

os materiais e tudo isso”, reforçando que a técnica convencional está intimamente ligada à formação de base em Ortoprotesia.

Em relação à técnica CAD/CAM, os profissionais apontam que são necessárias novas competências, sobretudo no manuseamento de software e interpretação tridimensional. P6 sublinha que: *“é muito importante ter uma formação adequada seja para realizar uma técnica ou outra”*, alertando que o domínio da técnica tradicional é uma base essencial, pois *“quem sabe fazer pelo método tradicional, aprendendo a gerir o software, também consegue fazer pelo método CAD/CAM, mas o inverso não acontece”*. Esta visão é partilhada por P2, que observa: *“muitas das empresas que fornecem ortóteses feitas em 3D [...] quem trabalha os ficheiros CAD não são ortoprotésicos”*, levantando a questão da dissociação entre competência técnica e conhecimento clínico, quando o processo digital é entregue a técnicos externos.

Apesar disso, há participantes que relativizam a exigência de competências avançadas. P4 considera que *“é só mesmo uma questão de vontade”*, enquanto P3 entende que *“quem teve no nosso curso de Ortoprotesia está mais do que habilitado para trabalhar quer com uma quer com outra técnica”*. Já P5 acredita que a formação atual é insuficiente: *“a que atualmente é dada, do feedback que tenho, não é muito grande [...] gostaria que houvesse uma formação mais específica”*.

Por fim, P7 oferece uma perspetiva prática, alertando que *“qualquer uma das técnicas, quando saímos da faculdade, se formos fazer um colete sozinhos dá asneira”*, mas admite que o CAD/CAM permite maior margem para correções: *“poderá ser mais fácil a nível do CAD/CAM porque se fiz mal consigo voltar atrás”*.

5.4-Considera que o tempo de experiência profissional dos Ortoprotésicos pode influenciar a curva de aprendizagem e aceitação da técnica CAD/CAM?

Verifica-se um consenso alargado quanto ao fato de que a experiência profissional pode influenciar, de forma direta ou indireta, a curva de aprendizagem e a aceitação da técnica CAD/CAM, ainda que essa influência não esteja necessariamente ligada aos anos de prática, mas antes à abertura individual à inovação. Neste sentido, *“não depende tanto dos anos, mas sim da abertura que têm ao sistema”* (P1), sendo possível encontrar tanto técnicos experientes como recém-formados com boa capacidade de adaptação à tecnologia, desde que demonstrem predisposição para aprender.

Vários profissionais destacam que a resistência inicial à iniciação da técnica CAD/CAM tende a ser mais evidente entre os ortoprotésicos com maior tempo de carreira, habituados à técnica tradicional. *“Quanto mais experiência tiver o técnico, normalmente*

há uma maior dificuldade de aceitação relativamente a estas novas técnicas” (P3). Nesta linha, P4 reforça que “as pessoas com mais experiência são um bocadinho mais reticentes à mudança, o que é normal”, embora sublinhe que a partilha inter-geracional de saberes entre técnicos experientes e técnicos mais jovens pode acelerar o processo de integração tecnológica.

Por outro lado, existem também perspetivas opostas, que consideram a experiência um facilitador da mudança. P5 argumenta que *“quanto mais experiência, melhor a aceitação”,* dado que muitos técnicos experientes reconhecem no CAD/CAM uma forma de aliviar a carga física do trabalho manual e aumentar a produtividade. Para este profissional, a resistência não está na experiência em si, mas *“por motivos económicos”,* que condicionam a adoção da tecnologia.

A aprendizagem progressiva sobre ortóteses de tronco através da prática convencional é também valorizada por alguns entrevistados como base essencial para o domínio eficaz da técnica digital. P6 assinala que *“primeiro é preciso saber o que estamos a fazer, aprender a lidar com ortóteses de tronco [...] e só depois passar para a técnica CAD/CAM”.* O domínio técnico da técnica convencional é, assim, percebido como uma base estruturante para garantir a qualidade também no ambiente digital.

Finalmente, P7 partilha a sua própria trajetória de transição, reconhecendo uma relutância inicial justificada pela eficácia da técnica tradicional: *“no início fazia de forma tradicional e as coisas até corriam bem, e para quê mudar?”.* Contudo, reconhece que a procura crescente por soluções mais rápidas e eficientes, por parte dos utentes, acabou por impulsionar a aceitação da nova técnica: *“já chegámos a ter pessoas de Lisboa e Coimbra que vêm procurar algo diferente”.*

5.5-Na sua opinião, o uso da técnica CAD/CAM é facilmente aceite entre os Ortoprotésicos da sua área? O que poderia incentivar ou dificultar essa aceitação?

Verifica-se um consenso alargado quanto ao facto de que a aceitação do CAD/CAM entre os ortoprotésicos portugueses ainda é desigual, estando fortemente condicionada por fatores geracionais, institucionais e regionais. Diversos participantes identificam uma resistência generalizada, especialmente entre profissionais mais experientes ou em regiões onde o investimento em tecnologia ainda é limitado.

Vários profissionais destacam que a abertura para a técnica varia significativamente. P1 assinala que *“na minha área já apanhei de tudo, é um ‘50/50’”,* e P2 acrescenta que *“facilmente não [é aceite], depende do interesse de cada um e infelizmente não é do interesse de todos”.* A resistência está frequentemente associada ao custo elevado dos

softwares e ao tempo necessário para a aprendizagem: *“é difícil de convencer um Ortoprotésico a pagar por um software [...] e agora ainda tens de ficar uma semana sem trabalhar só a aprender”* (P2).

P3 reforça esta ideia, referindo que *“a maior parte das empresas portuguesas ainda estão muito ligadas aos métodos tradicionais”*, e que *“foi-me dito que estas novas técnicas nos estavam a retirar trabalho”*, uma perceção que contesta, argumentando que a digitalização *“possibilita chegar a mais gente”*. Também P4, envolvida na promoção interna do CAD/CAM, partilha que *“foi a minha batalha nos últimos 3 anos”*, destacando, contudo, um progresso recente: *“há colegas a perguntar sobre software, formas de correção [...], as pessoas estão a mudar a mentalidade”*.

Por outro lado, observam-se sinais de maior aceitação entre os profissionais mais jovens, como nota P5: *“a geração mais nova tem gostado muito, já nem têm a noção do que é a técnica tradicional”*. P6 acrescenta que a aceitação *“depende do tipo de ortótese”*, sendo maior em *“ortóteses de tronco”*, enquanto *“na protetização já não é tão consensual”*. As disparidades regionais também são apontadas, especialmente por P7, que menciona que *“no Porto as coisas estão mais desenvolvidas [...] já só fazemos CAD/CAM, só em casos extremos é que fazemos em gesso”*, enquanto *“quanto mais para baixo vamos, mais reticentes estão”*.

Assim, embora se reconheça um movimento progressivo no sentido da adoção da técnica CAD/CAM, persistem resistências estruturais e culturais que exigem ações concretas de sensibilização, formação e investimento estratégico por parte das instituições.

5.6-Como avalia a qualidade do produto final em cada técnica de fabrico? Existe alguma diferença em termos de precisão, durabilidade ou conforto para o paciente?

Quando questionados sobre a qualidade do produto final resultante de cada técnica de fabrico, os ortoprotésicos revelam perceções diferenciadas quanto à precisão, durabilidade e conforto para o paciente.

Observa-se, nas respostas recolhidas, uma tendência para considerar que a técnica CAD/CAM oferece maior precisão, embora nem sempre se traduza em diferenças significativas de durabilidade ou conforto. P5 sintetiza esta visão ao afirmar que *“Precisão sim, durabilidade e conforto não, porque o produto final para todos os efeitos é praticamente o mesmo. Apenas o caminho que se levou para lá chegar é que mudou.”* P6 corrobora esta perceção, destacando que a precisão da técnica digital pode trazer benefícios subtis na durabilidade, especialmente *“porque no CAD/CAM conseguimos*

ver o tamanho da coluna e normalmente quando fazemos uma correção para escoliose dá-nos sempre mais alguns centímetros, e o colete acaba por durar mais tempo", ainda que reconheça que esta vantagem "é algo muito específico e não posso dizer com certeza."

Quanto à durabilidade, os profissionais convergem na ideia de que não existem diferenças marcantes entre as duas abordagens. *"Diria que nesse aspeto são semelhantes",* afirma P6, sendo secundado por P1, que indica não haver impacto direto para o paciente, mas sim para o técnico, no que diz respeito à percepção clínica do processo.

No campo do conforto, surgem opiniões distintas. P2 destaca que *"a técnica tradicional permite ter uma melhor percepção e controlo do conforto, como por exemplo usar um forro mais macio, ou escolher um plástico diferente",* ao passo que na técnica CAD/CAM *"o problema é que tem de ser um material imprimível",* o que limita a liberdade de escolha. Esta ideia é reforçada por P4, que identifica variações no comportamento dos materiais utilizados em cada técnica: *"o comportamento do termoplástico no gesso pode dilatar, enquanto o poliuretano no CAD/CAM tende a contrair, podendo alterar a forma do colete",* o que exige estratégias técnicas específicas para compensar esse efeito, como o uso de películas protetoras ou forros internos.

P3, por outro lado, reconhece que *"o CAD/CAM, por ser mais preciso, poderá trazer um produto final mais aprimorado e talvez mais confortável",* mas relativiza essa diferença, considerando que, *"se o método tradicional for bem aplicado, penso que não haverá esse diferencial."*

Em suma, embora os materiais finais utilizados possam ser equivalentes, a técnica CAD/CAM é geralmente associada a maior precisão, enquanto o conforto e durabilidade permanecem mais dependentes das decisões clínicas e da execução técnica individual do que da tecnologia utilizada. A escolha da técnica, portanto, não determina por si só a qualidade do produto, mas influencia aspetos subtis que, conjugados com a experiência do profissional, podem resultar em melhores desfechos para o paciente.

5.7-Em relação à consistência nos resultados, qual a técnica que considera mais confiável e eficaz?

A maioria dos ortoprotésicos entrevistados associa a técnica CAD/CAM a uma maior fiabilidade e consistência nos resultados obtidos. *"Para mim o digital",* afirma P1, de forma categórica, alinhando-se com a opinião expressa por P5, que declara *"Sem sombra de dúvidas o CAD".* Esta percepção de superioridade técnica é também

partilhada por P4, “O CAD/CAM”, e por P2, que sublinha a vantagem de poder realizar ajustes finos sem necessidade de reiniciar todo o processo: *“Diria eu o CAD/CAM, porque podes fazer pequenos ajustes sem ter que fazer um molde inteiro”* (P2).

Apesar deste predomínio de preferências, subsistem visões mais equilibradas, P3 refere que *“Se as duas técnicas forem corretamente executadas penso que a eficácia será a mesma”*, sublinhando que a qualidade do resultado depende sobretudo da competência técnica e não da técnica em si. Também P6 reconhece mérito em ambas as abordagens, salientando que *“Ambas, se soubermos o que estamos a fazer”*, embora admita ter *“preferência pela técnica CAD/CAM”* (P6).

P6, por sua vez, relata ganhos clínicos concretos desde a transição para o digital, afirmando: *“Com o CAD/CAM temos tido alguns com melhorias nas curvaturas”*. No entanto, alerta para o facto de esses resultados poderem ser multifatoriais, dado que os pacientes também realizam *“natação, fisioterapia, pilates, muita coisa que não faziam antes”*, o que dificulta uma atribuição causal direta apenas à técnica utilizada.

5.8-Qual a técnica que proporciona um fluxo de trabalho mais eficiente, considerando o tempo total (incluindo etapas de revisão e ajustes necessários)?

Verifica-se um consenso alargado quanto ao facto de que a técnica CAD/CAM proporciona um fluxo de trabalho mais eficiente do que a técnica tradicional, especialmente quando se considera o tempo total do processo, incluindo etapas de revisão e ajustes. Grande parte dos entrevistados, como P1, P2, P3, P4, P5 e P7, indica diretamente que a técnica CAD/CAM permite maior agilidade em todas as fases do fabrico. *“CAD/CAM”* (P1), *“CAD/CAM”* (P2), *“CAD/CAM sem dúvida”* (P3), *“CAD/CAM”* (P4), *“CAD”* (P5), *“CAD/CAM”* (P7), são respostas claras e concisas que reforçam a percepção de eficiência global associada à tecnologia.

Contudo, P6 introduz um ponto relevante ao indicar que, apesar das vantagens do CAD/CAM, *“como uma parte do processo não é feito in house, é preciso fazer uma contratação de um serviço externo, diria que a técnica tradicional permite um fluxo de trabalho mais contínuo.”* Esta observação aponta para o facto de que, quando o processo de fresagem é terceirizado, a dependência externa pode impactar a fluidez do trabalho. Por oposição, o método tradicional, por ser integralmente realizado pela equipa técnica interna, permite um controlo completo de todas as etapas — o que, em alguns contextos, pode representar uma vantagem logística.

Ainda assim, o entendimento comum entre os participantes é o de que, quando bem implementado, a técnica CAD/CAM tende a agilizar significativamente o processo produtivo, especialmente em estruturas com cadeia de produção otimizada.

5.1.6 Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes

6.1-Qual a técnica que, na sua opinião, proporciona maior conforto e satisfação aos pacientes?

É recorrente entre os participantes a perceção de que a técnica CAD/CAM proporciona maior conforto e satisfação aos pacientes, sobretudo devido à experiência inicial mais agradável na tiragem do molde. Diversos ortoprotésicos assinalam que o simples fato de se evitar o contacto direto com o gesso já representa um ganho significativo na perceção do utente. Para P4, *“só o facto de não envolver a pessoa em gesso é o melhor”*, sublinhando que *“quem já fez dos dois percebe essa diferença logo no primeiro contacto”*, especialmente por *“não se sentirem tão expostos”*. A mesma opinião é partilhada por P6, que reforça que *“a técnica CAD/CAM tem vantagem na parte da tiragem do molde, que é muito mais confortável para o paciente do que ser sujeito a ligadura gessada”*.

Do ponto de vista de P1, há também um fator psicológico associado à ideia de inovação: *“só vou dizer CAD/CAM porque eles gostam sempre de ouvir que é feito por digital e não têm de passar por moldes de gesso”*. P5, por sua vez, acrescenta que o fator tempo contribui para a perceção positiva do serviço, afirmando: *“diria pelo CAD, só por causa disso, o paciente sentirá que estão a dar atenção ao seu caso pela rapidez e dedicação”*. P2 adota uma posição mais analítica, alertando que conforto e satisfação nem sempre caminham lado a lado: *“às vezes podemos encontrar pessoas que, entre ter um colete giro e com formas de coração ou cores atrativas – o que se consegue com o CAD/CAM – podem valorizar mais isso do que o conforto em si”*. No entanto, reconhece que, partindo de um nível mínimo de conforto, o CAD/CAM pode ser preferido por questões estéticas ou simbólicas.

P3 considera que *“se ambas forem bem executadas, penso que a resposta é igual”* em termos de conforto global. No entanto, reconhece que a fase inicial da digitalização pode ser *“mais confortável para os utilizadores”*, o que atribui uma vantagem relativa ao CAD/CAM. Já P7 aponta que *“hoje em dia os pais procuram muito na internet e uma das primeiras perguntas é como o molde é tirado, se são feitos scans regularmente,*

como é feito o acompanhamento”, salientando que a visibilidade e rastreabilidade digital do processo reforçam a confiança e a perceção de qualidade.

6.2-Em relação à satisfação do paciente, há alguma técnica que gere mais reclamações ou retornos? Esse fator tem algum custo adicional indireto para sua prática?

Observa-se, nas respostas recolhidas, uma tendência para considerar que nenhuma das técnicas de fabrico se associa claramente a um maior número de reclamações ou retornos por parte dos pacientes. A maioria dos ortoprotésicos afirma não registar queixas relevantes ou não associar as queixas à técnica utilizada, mas sim a fatores externos, como o tipo de ortótese, tempo de uso ou mesmo perfil do paciente. *“Felizmente não tenho casos de reclamações”* refere P2, acrescentando que *“no caso do Boston, surgem mais necessidades de fazer ajustes, mas também usam por muito mais horas, então é difícil dizer do que é que depende”*. Uma posição semelhante é partilhada por P5, que afirma: *“até ao dia de hoje só tive um paciente que não se deu bem com o colete. Na minha opinião, não depende em nada da técnica usada”*.

Contudo, alguns profissionais destacam que a técnica tradicional pode gerar mais desconforto na fase inicial da tiragem de medidas, o que leva a algumas manifestações de desagrado por parte dos pacientes. P6 afirma claramente que *“a técnica tradicional gera mais reclamações pela utilização de ligaduras gessadas”*, enquanto P7 concorda que as queixas surgem *“só se for na parte inicial do gesso [...] por estarem enrolados no gesso”*. Também aqui, o desconforto parece estar mais ligado ao método de moldagem do que ao produto final.

P1, P3 e P4 confirmam que não identificam reclamações associadas a nenhuma das técnicas, reforçando a ideia de que o domínio técnico e a capacidade de adaptação às necessidades do paciente são mais determinantes que o método de fabrico *per se*.

No que diz respeito a custos indiretos associados ao retorno ou insatisfação, nenhum dos participantes menciona um impacto económico significativo, ainda que, implicitamente, os ajustes adicionais associados à técnica tradicional possam representar maior tempo despendido, como se deduz das observações de P2 e P6.

6.3-Como encara o futuro da Ortoprotesia em Portugal em relação às diferentes técnicas de fabrico de Ortóteses disponíveis no mercado?

Observa-se, nas respostas recolhidas, uma perceção comum de que o futuro da ortoprotesia em Portugal passará, inevitavelmente, por uma maior incorporação das tecnologias digitais, sobretudo a técnica CAD/CAM e, progressivamente, a impressão

3D. Ainda que existam reservas relacionadas ao custo e à realidade económica nacional, os dados revelam um entendimento comum de que a digitalização representa uma via promissora para o desenvolvimento da área.

P1 refere que *“está complicado em Portugal por causa do investimento que é, mas eu acredito que se houvesse investimento nós temos técnicos para fazer um trabalho excelente em termos de CAD/CAM”*, apontando para um cenário de elevado potencial técnico, ainda limitado por constrangimentos financeiros. Também P2 revela ceticismo quanto à adesão atual à técnica digital, afirmando que *“só conheço um caso de um colega que tem um engenheiro biomédico e ele é que faz e desenha a parte do CAD, e não conheço mais ninguém no país que esteja interessado em fazer”*.

Apesar disso, há respostas claramente otimistas. P3 acredita que *“temos um futuro risonho, basta trabalharmos todos no mesmo sentido”*, defendendo que a aposta em novas técnicas pode ajudar a diferenciar a profissão e a reforçar o reconhecimento social da ortoprotésia. Uma visão semelhante é partilhada por P4, que destaca o potencial da manufatura aditiva: *“a impressão 3D já está na nossa área lá fora, mas aqui também vai ter o seu impacto. [...] é muito mais simples e mais rápido e conseguimos chegar a mais gente comparado com o tradicional”*. Esta participante enfatiza ainda a importância da abordagem multidisciplinar, sublinhando que *“o 3D ajudou nesse sentido porque eu posso mostrar enquanto ortoprotésica o que pretendo e trabalhar em conjunto”* com outros técnicos de saúde, nomeadamente fisioterapeutas.

P5 sintetiza a tendência ao afirmar que *“vai tender cada vez mais à situação CAD, pela rapidez, precisão e porque tecnologicamente será mais justificativo”*. Já P6 adota uma postura prudente, reconhecendo que *“ambas têm o seu espaço”*, mas alertando para o impacto dos custos de produção: *“se os fabricantes de moldes começarem a elevar bastante os custos, poderá significar um revés grande”*. Ainda assim, vê na impressão 3D um contributo futuro importante, mesmo que ainda não totalmente viável para ortóteses de tronco.

Por fim, P7 resume a visão de longo prazo com convicção: *“vai haver um avanço tecnológico e cada vez mais a ortoprotésia também vai virar para essa parte [...] para mim vai passar tudo pelo CAD/CAM e depois pelas impressões 3D”*.

6.4-Quais são os principais desafios que prevê no uso de tecnologias avançadas (como caso da técnica CAD/CAM) no contexto português?

Observa-se, nas respostas recolhidas, um consenso alargado quanto ao facto de que o custo elevado continua a ser o maior entrave à adoção generalizada das tecnologias

CAD/CAM em Portugal. Este fator é apontado por diversos ortoprotésicos como o principal desafio estrutural à modernização do setor, tanto ao nível do investimento inicial como na manutenção de licenças de software.

“O investimento é já um desafio muito grande e é inicial” (P1), reforça a ideia de que o acesso a esta tecnologia exige uma entrada financeira elevada. No mesmo sentido, P2 partilha uma comparação internacional reveladora: *“Na Alemanha é um pequeno investimento; em Portugal é um grande investimento”*. Para além disso, destaca a dificuldade de justificar esse investimento em software: *“É difícil vender uma coisa que a pessoa não sabe como vai usar [...] os softwares são caríssimos”*.

Além do custo, a resistência organizacional e cultural à mudança é também vista como um obstáculo relevante, sobretudo entre os responsáveis por unidades ortopédicas mais tradicionais. *“A resistência ainda por parte dos grandes barões das ortopedias [...] ainda há muito poucos sítios que fazem”* (P3), indica que mesmo em regiões com maior abertura (como o Norte), a transição é lenta. Já P4 sublinha o desafio da alocação de tempo para capacitação interna: *“A dificuldade é permitir que um elemento dedique algumas horas durante a semana para adquirir essas capacidades”*.

Também se destaca o desalinhamento entre os softwares disponíveis e a realidade clínica, apontado por P7: *“Os programas computacionais são feitos para a engenharia e não para a parte da saúde, do anatómico”*. Este aspeto técnico limita a adoção fluida da tecnologia por profissionais clínicos, exigindo formação contínua especializada, outro desafio frequentemente referido: *“Temos de ter formação contínua para acompanhar toda a evolução”* (P7).

No plano económico e profissional, a desvalorização do trabalho digital é referida como um problema estrutural. *“É um trabalho extremamente desvalorizado, apesar de trabalhoso, difícil”* (P5). Acrescenta ainda que *“se formar um mercado de nicho [...] permite monopolizar preços”*, o que sugere que a escassez de técnicos com competências digitais pode tanto limitar o acesso como gerar oportunidades assimétricas de mercado.

Por fim, há quem destaque o desafio tecnológico e material associado à impressão 3D, em expansão, mas ainda limitado por fatores técnicos. *“As propriedades do material mudam, portanto é preciso conhecer bem o que se pode fazer ou não com o material impresso em 3D”* (P6), sublinha a necessidade de maior conhecimento técnico na seleção e manipulação de materiais para garantir segurança e eficácia clínica.

6.5-Na sua opinião, o uso da técnica CAD/CAM representa um investimento financeiramente viável e sustentável para a prática Ortoprotésica, no contexto português?

Verifica-se um posicionamento predominantemente favorável à viabilidade e sustentabilidade financeira da técnica CAD/CAM no contexto ortoprotésico português, embora esse otimismo esteja frequentemente condicionado ao nível de investimento necessário, à escala da operação e à existência de apoio logístico adequado.

Grande parte dos entrevistados reconhece o potencial económico da técnica, destacando que, em determinadas condições, o investimento se justifica plenamente. *“Sim, eu só posso falar do meu caso e no meu caso sim”* (P1), resume a perceção positiva de quem já implementa com sucesso a tecnologia. Uma visão igualmente otimista é partilhada por P7, que refere: *“Sim, muito viável e muito sustentável. Atualmente estamos a fazer tudo pelo CAD/CAM [...] temos tido um aumento de clientes muito grande [...] a precisão é muito maior, o que permite demorar menos tempo nas correções e mais tempo com o utente, e isso é muito importante”*.

Ainda assim, alguns profissionais assumem uma perspetiva mais cautelosa, sublinhando que a sustentabilidade económica depende da escala de utilização e dos custos de aquisição dos equipamentos. P2 exemplifica este raciocínio ao afirmar: *“Acho que ainda não, pode vir a ser. Ou a escala teria de ser maior ou então os sistemas teriam de se tornar mais baratos”*. Também P5 partilha essa prudência, observando que *“se o investimento for um scanner ou uma pequena fresa [...] a empresa entre 5 e 10 anos consegue justificar o investimento. Mas se for um braço robot de 6 eixos [...] é inviável”*. A questão das infraestruturas de apoio e descentralização da produção também emerge como elemento crítico para a sustentabilidade do modelo digital. P6 alerta para o risco de concentração de mercado e sugere: *“Precisamos de mais centrais de fabrico para nos auxiliar nesse aspeto e reduzir os custos de produção”*. Nesse sentido, a existência de mais centros partilhados de produção poderia permitir a diluição de custos fixos, favorecendo a democratização da tecnologia entre clínicas de menor dimensão.

Outro ponto salientado é a possibilidade de experimentar os softwares antes de investir, estratégia defendida por P4 como forma de mitigar riscos: *“Todos os softwares têm opção de trial e eu recomendo a todos que experimentem [...] ver qual o software mais prático para ti”*.

Por fim, a viabilidade económica está também ligada ao tipo de produto fabricado. P3 destaca a aplicabilidade particular nos coletes de tronco: *“Acho perfeitamente viável,*

ainda mais nos coletes. São de todos os produtos de apoio que produzimos, aqueles em que a digitalização é mais benéfica”.

Em síntese, a técnica CAD/CAM é percebida como um investimento promissor e cada vez mais necessário para a prática ortoprotésica, mas o seu sucesso financeiro está dependente de fatores como a dimensão da empresa, os custos dos equipamentos e a existência de parcerias estratégicas. A aposta na formação, em soluções de fabrico partilhado e na adequação do investimento à realidade institucional são elementos fundamentais para garantir a sua adoção sustentável.

5.2 Resultados da segunda ronda

5.2.1 Perceções sobre Formação e acesso à tecnologia CAD/CAM

1.1- A formação em CAD/CAM deveria ser obrigatória no curso de Ortoprotesia?

Com base nas respostas recolhidas na segunda ronda do painel Delphi, observa-se um consenso alargado entre os participantes quanto à necessidade de integrar obrigatoriamente a formação em CAD/CAM na licenciatura em Ortoprotesia. A globalidade dos entrevistados reconhece o crescente impacto das tecnologias digitais como é o caso da técnica Cad/Cam na prática clínica e defende que a formação académica deve acompanhar esta evolução, preparando desde cedo os futuros profissionais para um contexto cada vez mais digitalizado.

P1 refere que, embora tenha tido formação académica predominantemente manual, já teve contacto com uma disciplina de desenho assistido por computador e considera que *“se podemos aproveitar a nível da licenciatura, o curso ter uma disciplina nem que seja com os conceitos mais básicos do que existe já é uma mais-valia”*. Esta ideia é partilhada por P2, que considera essencial *“ter uma base de conhecimento para ter por onde começar”* reforçando a ideia de que mesmo uma introdução inicial pode facilitar significativamente a aprendizagem posterior.

A perspetiva de transição inevitável para o digital é salientada por P3, que defende que *“é expectável que o processo manual se vá extinguindo [...] tal como acontece noutras áreas”*, o que justifica plenamente a introdução de componentes tecnológicas obrigatórias na formação. De forma semelhante, P4 destaca o impacto direto na prática profissional: *“os estagiários quando vêm para a empresa não têm outra opção senão o digital”*, sublinhando a importância de que os alunos cheguem ao estágio já com competências mínimas em *software* CAD.

P7 acrescenta uma dimensão pessoal e evolutiva à discussão, referindo que, inicialmente, resistiu à mudança devido à formação exclusivamente manual, mas que, após experimentar o CAD/CAM, reconhece as suas vantagens: *“o processo é muito mais prático, mais fácil, mais limpo e permite-me estar mais tempo com o doente e menos tempo na parte do fabrico, que é o desejável”*. Esta experiência reforça a ideia de que a introdução precoce ao CAD/CAM pode não só facilitar a aprendizagem, como também contribuir para uma prática clínica mais centrada no paciente.

Em síntese, verifica-se um consenso quanto ao facto de que a formação em CAD/CAM deve ser obrigatória na formação em Ortoprotesia, permitindo uma transição mais fluida para a prática profissional contemporânea, reduzindo resistências e acelerando a adaptação às exigências tecnológicas do setor.

1.2-Seria importante implementar um programa de formação contínua em CAD/CAM adaptado à realidade portuguesa? Que conteúdos e formatos seriam mais relevantes?

As respostas dos participantes revelam um entendimento comum de que a implementação de um programa de formação contínua em CAD/CAM adaptado à realidade portuguesa seria desejável e necessário, embora a sua viabilidade dependa de diversos fatores, nomeadamente recursos humanos qualificados, tempo disponível, e a adaptação dos conteúdos ao contexto ortoprotésico nacional.

P1 considera a ideia positiva, mas sublinha a importância de selecionar bem os formadores: *“se a formação for dada por biomédicos com alguma base da área sim, senão seria muito complicado”*. Esta preocupação com a adequação dos perfis dos formadores é reforçada por P4, que acrescenta: *“a formação dada por engenheiros biomédicos, não”*, excetuando áreas muito específicas como o design do produto. Para esta participante, o sucesso da formação passa por um equilíbrio entre o domínio técnico digital e o conhecimento profundo da prática tradicional.

P2 reconhece que *“formação é sempre viável quando há tempo e vontade”*, apontando a motivação individual como fator determinante. Já P3 coloca o foco na limitação estrutural: *“em Portugal ainda há poucas pessoas que possam dar essa formação [...] teríamos de recorrer a profissionais de fora da área”*. Este participante destaca, no entanto, que, mesmo com soluções imperfeitas numa fase inicial, *“sem sombra de dúvidas que deveriam ser adotadas”*.

P4 desenvolve uma perspetiva crítica e construtiva, defendendo a necessidade de uma formação híbrida, que inclua conteúdos do método tradicional para facilitar a transição: *“temos de saber o tradicional para depois contra-argumentar com o digital”*. Salienta

também que *“o digital é o presente e será o futuro”*, mas alerta para o risco de falhas técnicas caso os profissionais não saibam intervir manualmente quando o processo digital não corre como esperado.

Em suma, existe uma percepção generalizada entre os entrevistados de que a formação contínua em CAD/CAM é estratégica para o futuro da profissão, formação essa que deve ser cuidadosamente estruturada, tanto ao nível dos conteúdos como ao nível dos perfis dos formadores. Os formatos mais valorizados seriam aqueles que combinem ensino técnico digital, contacto com software específico da área, e uma ponte clara com o conhecimento da técnica tradicional, permitindo uma evolução gradual, sustentada e alinhada com a realidade prática dos ortoprotésicos portugueses.

1.3- A localização geográfica tem impacto no acesso e adesão ao CAD/CAM? Como justificam as diferenças observadas entre regiões em Portugal?

As respostas revelam um consenso alargado quanto ao impacto da localização geográfica no acesso e adesão à tecnologia CAD/CAM em Portugal, sendo identificadas diversas justificações, que vão desde as condições económicas e industriais das regiões até às características geracionais dos profissionais e à cultura organizacional das empresas.

P3 refere de forma clara que *“influencia sim”*, explicando que o Norte tem uma tradição histórica de maior investimento em tecnologia, não apenas na Ortoprotesia, mas em setores industriais em geral. Sublinha ainda que *“no Norte há uma equipa mais nova e aberta à mudança”*, o que favorece a adoção de soluções digitais como a tecnologia CAD/CAM.

P4 complementa esta visão com uma análise geracional: *“será que os nossos colegas de 50 e muitos anos querem estar a ganhar tempo em aprender uma coisa nova quando eles são perfeitos com o tradicional? Se calhar não”*. Destaca a vantagem das equipas mais jovens, como a sua, que podem possuir maior agilidade na aprendizagem digital assim como uma maior predisposição para testar novas metodologias.

P2 (42 anos) desenvolve o raciocínio e caracteriza os profissionais da sua geração como estando num *“sweet spot”*, com um equilíbrio ideal entre domínio prático tradicional e abertura ao digital: *“a nossa geração está ali num intermédio em que pode contribuir para a introdução destes novos conceitos e termos um bocadinho dos dois mundos”*. Para este participante, este equilíbrio é crucial.

P1 reforça a influência regional, mas chama a atenção para a dimensão do investimento como fator limitante da adesão ao CAD/CAM: *“as próprias empresas não se põem à*

frente nisto porque acham um risco". Aponta que no Sul do país, mesmo existindo uma grande empresa, o investimento em tecnologia só recentemente começou a ser feito. Acrescenta: *"dá-me a sensação de que o Sul não está tão bem na parte do CAD/CAM"*. Observa-se, portanto, uma percepção generalizada entre os participantes de que o Norte de Portugal, pela sua maior industrialização, presença de equipas mais jovens e mentalidade mais aberta à inovação, tem demonstrado maior adesão ao sistema e à técnica CAD/CAM. Em contrapartida, o Sul parece apresentar maior resistência, quer por motivos económicos, quer por inércia cultural ou menor familiaridade com as novas tecnologias. Adicionalmente, a idade e o perfil formativo dos profissionais surgem como variáveis relevantes na explicação das disparidades regionais, assim como o grau de risco que as instituições estão dispostas a assumir em termos de investimento tecnológico.

5.2.2 Percepção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico

2.1- A previsibilidade sobre o tempo de entrega da Ortótese ao paciente está associada à autonomia do processo de produção? Processo "in-House" independentemente da técnica utilizada garante mais previsibilidade sobre o tempo de entrega da Ortótese?

As respostas dos participantes revelam um entendimento de que a autonomia no processo de produção está diretamente relacionada com a previsibilidade na entrega da ortótese ao paciente. A gestão "in-house" — seja na técnica tradicional ou digital — permite um maior controlo dos prazos e uma resposta mais eficiente às necessidades dos utentes.

P2 afirma que *"se tivermos a autonomia completa em todo o processo [...] é mais previsível porque temos o controlo"*, sublinhando que depender de terceiros, nomeadamente na fresagem do molde, pode comprometer a exatidão dos prazos. Ainda assim, reconhece que as falhas com fornecedores são exceções, e que até mesmo o método tradicional pode estar sujeito a imprevistos. A previsibilidade, portanto, está menos associada à técnica usada e mais à capacidade de controlo sobre todas as etapas do fabrico.

P3 corrobora esta ideia ao referir que a autonomia permite *"quantificar muito mais facilmente o tempo de entrega do colete"* e transmitir essa informação com maior segurança ao paciente. Salienta que, embora o método tradicional permita algum grau de previsão, os sistemas CAD/CAM, quando geridos internamente, possibilitam uma gestão de tempo mais rigorosa e transparente.

P1 também concorda com esta visão, observando que, *“quando temos tudo, é muito mais fácil”*, (referindo-se a ter todos os equipamentos para fabricar o colete internamente) e indica que os fornecedores externos (em Portugal ou Espanha) costumam ser claros quanto aos seus prazos. A principal diferença, segundo este participante, prende-se com a capacidade de resposta em casos de urgência: *“se temos um cliente que quer o quanto antes e nós fizermos tudo, aí é mais fácil de gerir”*.

Por fim, P4 dá um exemplo prático da sua organização, explicando que implementaram dias específicos para fresar moldes *in-house*, de forma a garantir maior rapidez de resposta, tanto para os clientes internos como externos: *“um dia para os nossos moldes e dias para os clientes, com resposta muito mais rápida”*.

Os dados revelam, assim, uma perceção generalizada entre os entrevistados de que a autonomia no processo de produção — independentemente da técnica utilizada — está positivamente associada à previsibilidade na entrega da ortótese, sendo um fator crítico na gestão de expectativas e na eficiência da prática ortoprotésica. Ter controlo sobre todas as etapas do fabrico, desde a tiragem do molde até ao produto final, permite não apenas maior precisão na previsão de prazos, como também uma maior capacidade de adaptação às necessidades específicas dos pacientes.

2.2-Sabendo que a tiragem digital pode ser limitada em alguns casos clínicos (ex.: crianças pequenas, pacientes com alterações posturais severas), consideram útil integrar um modelo híbrido na tiragem do molde (CAD/CAM+ manual)?

As respostas dos participantes apresentam uma diversidade de perspetivas quanto à utilidade de um modelo híbrido (CAD/CAM + manual) na tiragem do molde, particularmente em casos clínicos mais complexos, como crianças pequenas ou pacientes com alterações posturais significativas. Ainda que a maioria reconheça o valor prático da abordagem híbrida, verifica-se também uma forte confiança na evolução e potencial atual da tecnologia digital, que para alguns já se mostra suficiente mesmo nos casos desafiantes.

P4 expressa uma posição ambivalente, admitindo que já se viu obrigada a encontrar soluções exclusivamente digitais em situações clínicas exigentes. Reconhece que *“do ponto de vista prático era mais fácil recorrer ao híbrido”*, mas considera que atualmente *“o digital é suficiente”*. Sublinha que a tecnologia evoluiu consideravelmente, permitindo resultados eficazes com o uso de scanners e softwares cada vez mais intuitivos.

Por outro lado, P3 defende de forma clara a abordagem híbrida como ideal para garantir o correto posicionamento anatómico, especialmente quando se pretende uma correção

postural mais exigente: *“quando queremos posicionar determinado segmento corporal em determinada amplitude é muito mais difícil com a digitalização”*. Neste sentido, o método híbrido é visto como uma estratégia integradora que permite abordar com eficácia tanto os casos simples como os mais complexos.

P2 partilha dessa mesma opinião, ao referir que *“o híbrido para mim funciona muito bem”*, reconhecendo as vantagens da digitalização, mas salientando que a manipulação digital não substitui totalmente a percepção tátil e a sensibilidade clínica obtida com o método manual: *“sempre que se possa ter a opção de colocar a mão, sentir e tirar medidas, tudo o que seja recolha de medidas além do CAD acho que é o ideal”*.

Já P1, embora refira ter começado pelo método tradicional, mostra-se hoje completamente alinhado com o digital, mesmo em situações clinicamente complexas. Destaca o papel das radiografias integradas nos softwares como elemento-chave para o sucesso do processo: *“eu já não consigo fazer a retificação do colete sem ter a radiografia aplicada no molde e eu ver o que estou a fazer”*. Sublinha ainda que *“os softwares hoje em dia já nos permitem ver o antes e o após, ou seja, o quanto de pressão, o quanto tu abriste na zona axilar etc.”*, reforçando a percepção de controlo e precisão proporcionada pelo digital.

Observa-se, nas respostas recolhidas, uma valorização alargada da abordagem híbrida como solução flexível e adaptável, sobretudo quando o objetivo clínico exige manipulações anatómicas complexas. Contudo, os profissionais mais experientes no uso do CAD/CAM manifestam confiança crescente na capacidade das ferramentas digitais para resolver, com eficácia e autonomia, a maioria dos casos clínicos, considerando que os avanços tecnológicos e a formação adequada podem dispensar, progressivamente, o recurso ao método híbrido na tiragem dos moldes.

5.2.3 Perceção dos entrevistados sobre o impacto do Custo

3.1-Uma vez que não houve consenso relativamente à técnica que permite um custo de fabrico do colete mais baixo, gostaria que comentassem a seguinte frase: “A técnica tradicional é mais barata nos materiais, mas pode sair mais cara em mão de obra e tempo. A técnica CAD/CAM exige investimento inicial ou terceirização, mas otimiza o tempo de fabrico”

Verifica-se entre os participantes uma percepção partilhada de que, embora a técnica tradicional possa apresentar custos mais baixos em termos de materiais, tende a revelar-se mais dispendiosa em mão de obra e tempo. Por outro lado, a tecnologia CAD/CAM, apesar de exigir um investimento inicial significativo — tanto em

equipamentos como em software —, tende a otimizar o processo produtivo, traduzindo-se em ganhos de eficiência e rentabilidade a médio e longo prazo.

As respostas destacam que o tempo e a produtividade são elementos fundamentais na avaliação do custo-benefício de cada técnica. P4 afirma que *“a técnica tradicional pode sair mais cara em mão de obra e tempo”*, sublinhando que o investimento em CAD/CAM pode ser relativamente acessível e rapidamente amortizado: *“se falarmos do scanner do cabo e estrutura estamos a falar de 1.500 euros [...] Em menos de um ano este investimento está pago”*. A mesma participante sublinha ainda a diferença no tempo de tiragem do molde: *“em meia hora fazes tudo [...], e no fim não saís cansado”*.

P3 reforça essa lógica ao referir que *“as tecnologias têm um custo inicial mais elevado, mas [...] a tecnologia tem tendência a ser cada vez mais barata”*. Para este profissional, *“tempo é dinheiro e sem sombra de dúvida que não há discussão nisso”*, salientando que, no seu caso, *“em pouquíssimo tempo ficámos com o sistema pago”*, o que reflete uma clara perceção de retorno do investimento.

Já P1 observa que a escolha da técnica depende do que cada profissional valoriza mais: *“se valorizarmos mais o tempo [...] então se calhar vai compensar o digital”*. Sublinha ainda que a viabilidade depende da forma como a ferramenta é integrada no processo: *“se eu quero o digital só para ter uma ferramenta secundária [...] ou quero crescer nela?”*, assumindo que, no seu caso, *“prefiro o digital a 1000% e continuo a achar que compensa”*.

P2, por sua vez, apresenta uma visão mais cautelosa, refletindo uma posição de transição entre os dois sistemas. Considera que *“claramente, se a pessoa der o salto como deve ser, eventualmente a longo prazo vai compensar”*, reconhecendo que *“é preciso é haver o investimento”*.

Observa-se, portanto, uma tendência entre os participantes para considerar que, apesar dos custos iniciais, a técnica CAD/CAM pode tornar-se economicamente mais vantajosa com o tempo — especialmente quando associada a um modelo de prática eficaz e a uma gestão produtiva orientada para a otimização de recursos.

3.2- O que torna o investimento em CAD/CAM economicamente viável? Volume de produção, modelo de negócio (in-house vs. outsourcing), acesso a equipamento, existência de equipa qualificada — qual destes fatores pesa mais no vosso contexto?

As respostas dos participantes revelam uma visão consistente e alinhada sobre os fatores que tornam o investimento em CAD/CAM economicamente viável, destacando-

se três dimensões principais: a eficiência de tempo, a capacidade de resposta ao aumento da procura e a valorização técnica e profissional do trabalho desenvolvido.

O elemento mais consensual entre os ortoprotésicos é o ganho em tempo de produção e a consequente possibilidade de atender mais pacientes com a mesma estrutura de recursos humanos, sem comprometer a qualidade do serviço e do produto final. P3 é especialmente enfático nesse ponto, ao afirmar que *“o tempo despendido é, sem sombra de dúvida, o elemento determinante aqui”*, destacando que graças ao CAD/CAM a sua equipa consegue fabricar hoje *“muito mais ortóteses do que há quatro ou cinco anos, com igual qualidade e maior eficiência”*, o que *“é uma bola de neve, trabalho traz trabalho e a eficiência e a qualidade do trabalho também vão trazendo trabalho”*. Sublinha que *“tem havido uma evolução positiva em volumetria sem perda de qualidade de trabalho, acima de tudo por causa do CAD/CAM”*.

A questão do volume de faturação também foi discutida, ao ser levantada a hipótese de que o aumento de produtividade poder gerar lucros adicionais sem necessidade de reduzir o preço do produto final ao utente. P3 concorda, explicando que o investimento inicial em software e no restante equipamento *“foi compensado pelo aumento do número de ortóteses produzidas em menos tempo”*.

Neste contexto, P4 clarifica que *“o termo certo não é produção, é resposta”*, insistindo que o foco não está numa produção em massa, mas numa capacidade ampliada de resposta clínica personalizada, o que reforça o valor do serviço e não obriga a uma diminuição do preço de venda.

Já P1 acrescenta que *“ao poupar tempo, consegues entregar um trabalho final de maior qualidade”*, e que a utilização de tecnologia deve ser entendida como um investimento no conhecimento técnico, já que o domínio dessas ferramentas *“também tem um custo — o da aprendizagem, da prática e da formação”*. Sublinha ainda que a adoção do CAD/CAM *“abre caminhos para tudo o resto”*, valorizando não apenas o produto final, mas também o papel do técnico no processo.

De forma semelhante, P2 defende a mesma visão ao afirmar: *“temos de aproveitar estas ferramentas para nos valorizar, valorizar o nosso tempo, o nosso conhecimento, e entregar o melhor trabalho com mais tempo para o doente”*, rejeitando a ideia de que o aumento da eficiência deva ser acompanhado de uma redução no valor dos serviços.

Verifica-se, nas respostas recolhidas, um entendimento comum de que a viabilidade económica do CAD/CAM não depende exclusivamente do modelo de negócio ou da tecnologia utilizada, mas sobretudo da forma como esta é integrada numa lógica de eficiência e valorização profissional. O volume de produção é importante, sim, mas

sobretudo porque permite rentabilizar o tempo poupado com a tecnologia, sem perder o carácter individualizado dos cuidados prestados. Além disso, os participantes frisam que o investimento em CAD/CAM também deve ser visto como um investimento em qualificação técnica, que se reflete numa prestação de cuidados mais eficaz, moderna e valorizada pelos utentes.

5.2.4 Perceção sobre o impacto no tempo de produção

4.1-Considerando a poupança de tempo operacional proporcionada pelo CAD/CAM, acham que essa maior produtividade representa de facto uma vantagem competitiva para as ortopedias que integram esta tecnologia?

As respostas dos participantes refletem um consenso claro quanto ao papel do CAD/CAM como fator diferenciador e gerador de vantagem competitiva no setor da ortoprotesia, sobretudo pela significativa economia de tempo e pela capacidade de resposta que proporciona.

P3 destaca de forma taxativa que *“se quisermos fazer um colete em tempo record [...], nunca conseguimos fazer pelo método tradicional no mesmo tempo do que o CAD/CAM”*, sublinhando que mesmo com dedicação total, a diferença entre as técnicas é grande em termos de rapidez operacional. Argumenta ainda que, no método tradicional, o próprio peso e volume dos moldes de gesso, que podem atingir *“50/60 kg”* torna o processo mais moroso e menos prático.

Na mesma linha, P1 reforça que *“só nos pontos de tirar medidas com scanner e no retificado, compensa espetacularmente mais o digital”*, evidenciando que os ganhos operacionais do CAD/CAM se fazem sentir desde as primeiras etapas do processo.

P4 assinala que a principal mais-valia está na *“capacidade de resposta”*, que permite rentabilizar o tempo e os recursos disponíveis, otimizando a produção sem sacrificar a qualidade do serviço.

Já P2 acrescenta um ponto de distinção ao reconhecer que, embora a vantagem possa não ser imediatamente económica, a competitividade reside sobretudo na velocidade e na qualidade da resposta clínica: *“é uma vantagem competitiva, não diria economicamente competitiva, mas competitiva em termos de velocidade de resposta e de qualidade também”*.

Observa-se, nas respostas recolhidas, um consenso alargado quanto ao facto de que a maior produtividade associada ao CAD/CAM representar uma vantagem competitiva real para as ortopedias que integram esta tecnologia. A possibilidade de acelerar etapas críticas do processo, como a tiragem e a retificação dos moldes, confere uma eficiência

operacional que o método tradicional dificilmente consegue igualar, especialmente em contextos de elevada procura.

Mesmo que essa vantagem não se traduza, de imediato, em redução de custos para o paciente ou em lucros diretos, ela potencia o crescimento sustentável da atividade clínica, reforça a capacidade de resposta ao utente e valoriza a imagem da ortopedia como serviço moderno, eficiente e centrado no doente.

4.2-Na vossa experiência, os atrasos logísticos associados ao processo de fresagem externa (outsourcing) podem anular as vantagens em termos de tempo do CAD/CAM? Como contornam esses entraves?

Estas declarações complementares reforçam a análise anterior ao sublinhar que, apesar de eventuais atrasos logísticos associados à terceirização do processo, as vantagens globais da técnica CAD/CAM permanecem superiores face ao método tradicional.

P2 reconhece que *“estes saltinhos todos [Estados Unidos > Espanha > Portugal] podem fazer atrasar”*, mas salienta que *“mesmo com esse contratempo vale a pena”*, indicando que a eficiência, a qualidade e a inovação trazidas pela tecnologia compensam os desafios pontuais da cadeia logística internacional.

P1 concorda de forma sucinta, mas enfática: *“Não anula as vantagens”*, reafirmando a robustez das mais-valias operacionais do sistema CAD/CAM, mesmo nos contextos onde há dependência de parceiros externos para parte do processo.

Assim, confirma-se a perceção positiva generalizada dos entrevistados quanto ao impacto do sistema CAD/CAM, destacando-se que as limitações associadas à terceirização, ainda que relevantes, não invalidam os ganhos estruturais associados à adoção da tecnologia. A eficiência, previsibilidade e melhoria qualitativa dos resultados continuam a posicionar o CAD/CAM como a via preferencial para o futuro da prática ortoprotésica em Portugal na perspetiva dos participantes.

5.2.5 Perceção dos desfechos relacionados com o processo de produção

5.1- A tecnologia (CAD/CAM ou 3D) é uma ferramenta, mas não necessariamente uma garantia de sucesso clínico? Comentem a frase.

A análise desta questão revela um entendimento maduro e equilibrado por parte dos entrevistados: o uso de tecnologias como o CAD/CAM não constitui, por si só, uma garantia de sucesso clínico, mas representa uma ferramenta potente que, quando bem utilizada, pode aumentar significativamente a qualidade e eficácia do produto final.

Como refere P4, *“depende da experiência, se for corretamente utilizada sem dúvida”*, reconhecendo que no início *“os moldes não saíam como eu estava a ver no computador”*, mas com o tempo e a prática, a tecnologia permite maior precisão e oportunidade de aperfeiçoamento: *“temos tempo e dedicação para esses passos”*.

P1 é claro ao afirmar que a tecnologia só cumpre o seu potencial quando há empenho e domínio do processo. Nas suas palavras: *“a ferramenta não faz milagres”*. P3 por outro lado mostra-se mais enfático e defende *“se esta ferramenta for convenientemente e corretamente utilizada é sem sombra de dúvidas uma garantia de sucesso!”*

Por outro lado, P2 introduz uma dimensão importante ao lembrar que há sempre variáveis fora do controlo técnico, nomeadamente o comportamento do paciente: *“são várias as coisas que estão fora do nosso controlo (adolescente não usar o colete por exemplo)”*. Embora reconheça que a tecnologia *“aumenta a taxa de sucesso”*, considera o termo “garantia” demasiado absoluto.

Assim, consolida-se entre os entrevistados a ideia de que o CAD/CAM é um recurso valioso, mas não infalível. A competência clínica, a experiência acumulada e o acompanhamento individualizado dos pacientes continuam a ser elementos decisivos para o sucesso terapêutico. A tecnologia, apesar de inovadora, não substitui o julgamento clínico nem a dedicação profissional, funcionando como uma extensão da perícia do ortoprotésico e não como um substituto dessa competência.

5.2.6 Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes

6.1- Que boas práticas recomendariam a um colega que vai iniciar com a prática da técnica CAD/CAM?

A análise desta questão revela um consenso alargado entre os participantes quanto à importância de uma postura ativa, interessada e disciplinada para quem pretende iniciar-se na prática da técnica CAD/CAM aplicada ao contexto da ortoprotésia. Todos reconhecem que a adoção desta tecnologia exige tempo, dedicação e um processo de aprendizagem contínuo, mas também salientam as vantagens objetivas que oferece, tanto ao profissional como ao paciente.

Os profissionais recomendam, em primeiro lugar, uma dedicação regular e prática constante. Para P1, o essencial é *“ter disposição e investir tempo”*, sublinhando que quem começa deve *“meter horas, nem que seja uma ou duas por dia”*, com uma atitude constante, mesmo que isso implique errar e recomeçar. Esta ideia é partilhada por P2, que acrescenta que *“só quando o interesse existe é que a pessoa, depois de um dia de*

trabalho, ainda está em casa a ver coisas sobre isso e a pesquisar”, apontando para a importância do interesse genuíno como motor de aprendizagem. Além disso, destaca que espaços de partilha como aquele proporcionado pelo painel de Delphi podem ser mais produtivos do que uma formação formal isolada.

O domínio técnico dos softwares e a exploração das suas funcionalidades são também vistos como essenciais. P4 aconselha que o profissional *“leia o manual do software e siga os passos”*, insistindo que *“se souberes o que as ferramentas são capazes, consegues fazer o mesmo trabalho de formas diferentes”*. Destaca ainda a importância de experimentar vários programas/software para identificar qual se adapta melhor à prática e ao técnico em si.

P3 reforça que o gosto pela profissão é determinante, afirmando que *“se gostarmos de ortoprotesia, conseguimos efetivamente ver as vantagens que este sistema traz”*, principalmente no que respeita à eficácia e fidelidade do trabalho realizado, o que, em última instância, beneficia o doente. Esta valorização do impacto clínico é vista como central na motivação para adotar novas tecnologias.

Finalmente, P2 introduz um ponto adicional de grande relevância: a capacidade do CAD/CAM para gerar registos objetivos, o que permite não só melhorar o controlo de qualidade, como também abrir portas à investigação. Sublinha que *“é importante realçar esta questão de ter dados e coisas registadas sobre quanto apertou, quanto moveu”*, ao contrário do método tradicional, que depende apenas da sensibilidade manual do técnico.

Em síntese, os participantes recomendam uma combinação entre dedicação prática, interesse pelo processo, domínio técnico dos softwares, valorização do impacto clínico e uso estratégico dos registos digitais. Estas recomendações refletem uma perceção do CAD/CAM não apenas como ferramenta de trabalho, mas como instrumento de valorização profissional e qualificação da prática ortoprotésica.

6.2- Acreditam que a principal barreira à disseminação do CAD/CAM em Portugal é financeira, formativa ou cultural? Qual destes fatores pesa mais na vossa realidade?

As respostas dos participantes indicam que não há um único fator isolado que explique as dificuldades na disseminação da técnica CAD/CAM em Portugal. Pelo contrário, evidencia-se uma perceção de que os obstáculos financeiros, formativos e culturais estão fortemente interligados, influenciando-se mutuamente no contexto da ortoprotesia nacional.

Para alguns entrevistados, o fator financeiro surge como o ponto de partida que condiciona os demais. P2 afirma que *“são os três, mas a financeira move um bocadinho também das outras duas”*, explicando que sociedades habituadas a investir e a pensar no futuro desenvolvem, com o tempo, uma cultura mais aberta à inovação. Assim, embora o investimento inicial elevado seja frequentemente apontado como um entrave, ele também influencia indiretamente o desenvolvimento de uma cultura de inovação e a procura por formação.

P1, por sua vez, destaca a vertente formativa, defendendo que *“já encontramos de tudo na internet”*, mas que o desafio reside na fiabilidade das fontes e, sobretudo, na *“mentalidade”* de quem está disposto ou não a explorar novas abordagens. Aqui, a barreira cultural é vista como determinante, pois a abertura ao digital depende do perfil e atitude do profissional.

P3 reforça essa visão integradora, sublinhando que *“é difícil compartimentarmos e dizermos que é mais uma ou outra”*, pois as três barreiras atuam em conjunto. Reconhece, no entanto, que *“a barreira financeira em Portugal é sempre barreira para muita coisa”*, mesmo quando há vontade de mudança.

P4 acrescenta uma variável geracional à equação, observando que *“a idade é um fator, mas depende se a pessoa sempre teve oportunidade de inovar”*, apontando para a importância da trajetória profissional e das experiências prévias na adoção tecnológica. Apesar disso, assume que *“os três fatores estão interligados”*, com uma ênfase pessoal na dimensão cultural.

Assim, verifica-se um entendimento comum entre os participantes de que a disseminação do CAD/CAM em Portugal não depende apenas de investimento financeiro ou da disponibilidade de formação técnica, mas também – e talvez sobretudo – de uma mudança cultural mais ampla, que valorize a inovação, o pensamento a longo prazo e a integração de novas tecnologias como parte da evolução da prática ortoprotésica.

6. Discussão de resultados

A presente investigação teve como objetivo comparar a técnica CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de ortóteses de tronco aplicado ao tratamento da EIA, com foco em três dimensões fundamentais: tempo de fabrico, custos e desfechos relacionados com o processo.

6.1 Interpretação geral dos resultados

A análise qualitativa das entrevistas realizadas no âmbito das duas rondas do painel Delphi permitiu identificar um conjunto alargado de perceções, práticas e expectativas dos ortoprotésicos portugueses relativamente à utilização das técnicas tradicional e CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco para o tratamento da EIA. Em termos gerais, os dados revelam um consenso alargado quanto ao reconhecimento das vantagens associadas à digitalização dos processos, em particular no que diz respeito à rapidez, previsibilidade e capacidade de resposta que a técnica CAD/CAM proporciona.

Verificou-se, contudo, que a adoção da técnica digital continua condicionada por fatores económicos, culturais e organizacionais. A análise evidencia que o contexto português apresenta especificidades que dificultam a disseminação generalizada do CAD/CAM, nomeadamente os custos iniciais de investimento, a escassez de formação específica e a resistência à mudança por parte de alguns profissionais e organizações. Apesar dessas limitações, é recorrente entre os participantes a perceção de que a técnica CAD/CAM constitui uma ferramenta estratégica de modernização e diferenciação técnica na área da Ortoprotesia, sendo reconhecido como o caminho natural da evolução da profissão.

As respostas recolhidas também destacam a coexistência atual das duas abordagens (tradicional e digital), refletindo uma fase de transição tecnológica em que os profissionais procuram integrar progressivamente as potencialidades do CAD/CAM sem abdicar totalmente das competências adquiridas com a técnica convencional. A utilização de modelos híbridos, em particular na fase de tiragem do molde, é um exemplo dessa convivência entre métodos, que parece responder de forma flexível às exigências clínicas mais complexas.

Os dados sugerem que a escolha da técnica de fabrico não se resume a uma decisão exclusivamente técnica ou económica, mas envolve múltiplas dimensões, desde a formação e experiência do profissional, à organização do serviço, passando pelas

condições materiais disponíveis e pelas exigências individuais de cada caso clínico. Este cenário justifica, assim, uma análise mais aprofundada pelos eixos temáticos em estudo, de forma a compreender com maior detalhe os principais fatores existentes na comparação entre as duas técnicas.

6.2 Tempo de fabrico

A rapidez do processo de fabrico foi uma das vantagens mais reiteradas pelos participantes relativamente à técnica CAD/CAM. Verificou-se um entendimento comum de que esta tecnologia permite uma significativa redução do tempo necessário para o fabrico das ortóteses em estudo, especialmente nos momentos iniciais do processo, como a tiragem e a retificação do molde. Como referido por um dos participantes, *“desde as medidas, o tempo que se demora a fazer as medidas com um scanner ou ao retificado, só nesses dois pontos compensa espetacularmente mais o digital”* (P1).

Este ganho de tempo tem implicações diretas na produtividade das ortopedias. Vários profissionais referem que, ao reduzirem o tempo de fabrico em cada ortótese, conseguem atender um maior número de utentes, aumentando o volume de produção sem comprometimento da qualidade tanto do atendimento como do produto final. P3 sublinha que *“conseguimos dar resposta e fazer tudo o que é ortóteses (...) e fazemos hoje em dia muito mais ortóteses do que fazíamos há 4 ou 5 anos atrás, acima de tudo por causa do CAD/CAM”*. O mesmo participante aponta que a rapidez associada ao sistema digital contribui também para o aumento do número de pedidos e do reconhecimento dos utentes, através do chamado *“boca a boca”*, funcionando como um ciclo de retroalimentação positiva.

Outra perspetiva interessante foi a de P7 que referiu que existe uma franca redistribuição do tempo, que antes (com recurso à técnica tradicional) era mais focado no fabrico da ortótese e atualmente com a técnica CAD/CAM é mais dirigido ao acompanhamento clínico e focado no acompanhamento pós entrega do colete, *“a produção é mais rápida, mas o acompanhamento é mais demorado.”*

Outro aspeto frequentemente referido diz respeito à previsibilidade no cumprimento dos prazos de entrega. A autonomia do processo, quando realizado *in-house*, surge como um fator que reforça essa previsibilidade. Como assinala P2, *“se tivermos a autonomia completa em todo o processo (...) é mais previsível porque temos o controlo”*. No entanto, quando ocorre terceirização de alguma etapa (especialmente quando é feita fora do país) os participantes alertaram para possíveis atrasos e dificuldades em garantir prazos.

Os dados empíricos recolhidos são consistentes com a literatura existente. Segundo Donzelli et al. (2020), a digitalização do processo de fabrico permite reduzir significativamente o tempo entre a avaliação clínica e a entrega do dispositivo, o que é especialmente relevante no contexto da EIA, onde o tempo de resposta pode impactar a eficácia do tratamento. A literatura refere ainda que a digitalização e fresagem digital podem reduzir o tempo total de fabrico, eliminando etapas como a moldagem em gesso, a secagem e o ajuste manual do molde.

Além disso, a literatura evidencia que a maior previsibilidade no fabrico digital pode melhorar o planeamento clínico e logístico, otimizando os recursos humanos e materiais (Weiss et al.,2022). Essa maior previsibilidade é especialmente valorizada em ambientes clínicos de alta rotatividade, nos quais a gestão eficiente do tempo é determinante para a continuidade e qualidade dos cuidados prestados.

Embora alguns entrevistados reconheçam que o método tradicional possa ainda ser eleito em contextos muito específicos — como em casos com baixo volume de produção ou com dificuldades tecnológicas locais — predomina a percepção de que, à medida que a escala aumenta, o CAD/CAM se torna progressivamente mais eficiente e vantajoso.

Em síntese, a análise demonstra que o tempo de fabrico constitui uma das principais dimensões em que a técnica CAD/CAM apresenta vantagens claras sobre a técnica tradicional. Esta maior rapidez traduz-se numa maior capacidade de resposta, numa potencial redução de custos associados à mão de obra e numa maior satisfação do utente, fatores que, em conjunto, configuram um ganho competitivo significativo para as ortopedias que adotam esta tecnologia.

6.3 Custos

A questão da sustentabilidade económica da técnica CAD/CAM foi amplamente debatida pelos participantes, revelando uma percepção quanto ao potencial de viabilidade financeira deste sistema. A maioria dos profissionais reconhece que o investimento inicial (nomeadamente em scanners, fresadoras, licenças de software e formação) constitui a principal barreira à adesão generalizada, especialmente em contextos com menor escala de fabrico.

P5 ilustra esta preocupação ao referir que *“depende até onde for o investimento (...) uma pequena fresa ou scanner pode ser viável, mas um braço robótico de seis eixos nunca se vai pagar em Portugal”*. Esta distinção entre investimentos de pequena e grande escala é essencial para compreender a adoção seletiva da tecnologia no setor. Na mesma linha de pensamentos P4 destaca *“se falarmos do scanner, do cabo e da*

estrutura estamos a falar de 1.500 euros". A viabilidade económica do CAD/CAM parece, assim, estar fortemente condicionada pelo modelo de negócio, pela escala de produção e pela existência (ou não) de centrais de fabrico externas que ajudem a diluir os custos.

Neste sentido, P6 considera que *"precisamos de mais centrais de fabrico para nos auxiliar (...) e reduzir os custos de produção para não haver uma concentração demasiado grande em certas empresas"*, evidenciando a importância de soluções colaborativas e redes de apoio produtivo. Esta visão é sustentada por estudos como o de Kotwicki et al. (2020), que propõem a criação de centros partilhados de fabrico digital como resposta à escassez de recursos individuais, promovendo a eficiência económica e a democratização tecnológica.

Apesar das reservas iniciais, vários participantes que já utilizam o sistema CAD/CAM de forma integrada referem uma experiência prática positiva, com ganhos em produtividade e retorno do investimento. P7 afirma: *"estamos a fazer tudo em CAD/CAM (...) temos tido um aumento de clientes muito grande e, mesmo aumentando o número de pessoas, com o tradicional não daria resposta"*. De forma semelhante, P3 sustenta destacando a redução de tempo de trabalho manual e o consequente aumento da capacidade de resposta como fatores determinantes, *"tem havido uma evolução positiva em volumetria sem perda de qualidade de trabalho, acima de tudo por causa do CAD/CAM"*.

A literatura internacional também reconhece esta relação entre digitalização e retorno económico. Segundo Weiss ET al. (2022), a maior precisão, a redução de erros e a automatização de etapas permitem um uso mais eficiente da mão de obra e recursos, contribuindo para a sustentabilidade financeira do processo.

Importa ainda referir que o custo não deve ser analisado apenas em termos absolutos, mas também considerando os ganhos indiretos associados à imagem da empresa, à satisfação do utente e à capacidade de adaptação a um mercado cada vez mais digital. Como afirma P1, *"se valorizarmos o tempo, o digital acaba por compensar sempre. Pode custar no início, mas depois compensa em tudo: tempo, mão de obra, qualidade"*.

Em síntese, os dados apontam para um entendimento generalizado de que o CAD/CAM, embora exigente em termos de investimento inicial, pode tornar-se economicamente viável e sustentável quando inserido num ecossistema favorável (com volume de produção suficiente, acesso a equipamento, formação técnica e, idealmente, redes colaborativas de produção). A visão estratégica e a mentalidade de investimento a médio/longo prazo surgem como fatores-chave para a adoção bem-sucedida da tecnologia no contexto português.

6.4 Desfechos relacionados com o processo de produção

A adoção do sistema CAD/CAM na confecção de ortóteses de tronco tem implicações diretas não apenas na eficiência técnica do processo, mas também na experiência do utente e na qualidade percebida dos cuidados prestados. Os participantes do estudo destacaram diversos aspetos relacionados com os desfechos do processo — como a previsibilidade, a personalização, o controlo sobre o produto final e com a satisfação global dos pacientes.

Um dos pontos mais frequentemente mencionados foi a possibilidade de obter um molde mais fidedigno e ajustado à anatomia do utente, com ganhos em conforto, adaptabilidade e estética. Como referiu P1, *“a precisão é muito maior, o que permite demorar menos tempo nas correções e mais tempo com o utente, que é o que importa”*. Esta observação é consistente com a literatura, que enfatiza o papel do CAD/CAM na melhoria da congruência anatómica e na redução de erros de fabrico (Negrini ET al., 2018; Donzelli ET al., 2020).

Outro elemento valorizado pelos profissionais foi a previsibilidade do tempo de entrega e a organização dos fluxos de trabalho. P2 assinala que *“se tivermos a autonomia completa em todo o processo (...) é mais previsível porque temos o controlo”*, enquanto P4 refere a implementação de dias específicos para fresagem como forma de assegurar prazos fiáveis. Este controlo operacional não apenas facilita a logística das ortopedias, como também contribui para uma comunicação mais transparente com os utentes e maior confiança no serviço.

No que respeita à satisfação dos pacientes, vários participantes mencionam uma aceitação crescente dos métodos digitais, sobretudo pela maior rapidez, por ser menos invasivo (ex.: digitalização em vez de moldagem em gesso) e maior previsibilidade de entrega do produto final. P7 partilhou um exemplo significativo: *“cheguei a fazer moldes cranianos por gesso em bebés... agora com o scanner é o dia para a noite. Havia pais que recusavam antes e agora aceitam”*. Este tipo de melhoria está alinhado com os princípios das diretrizes da SOSORT (2016), que valorizam a adesão ao tratamento como fator determinante para o sucesso clínico, especialmente na adolescência.

Por outro lado, os entrevistados reforçam que a tecnologia, por si só, não é garantia de sucesso clínico. A experiência, o acompanhamento, a avaliação individualizada e a capacidade de retificação contínua são aspetos que mantêm o seu peso. Como sintetiza P3, *“se gostarmos de Ortoprotesia, conseguimos ver as vantagens do sistema e fazer um trabalho mais eficaz e fidedigno, beneficiando o doente”*. Esta visão integradora reforça a ideia de que os desfechos positivos decorrem da sinergia entre tecnologia,

competência profissional e foco no utente, tal como defende P4 *“depende da experiência, se for corretamente utilizada sem dúvida”*.

Importa ainda destacar que o sistema digital permite um maior registo e controlo das alterações realizadas durante a conceção da ortótese, o que facilita a rastreabilidade, a formação e até a investigação clínica. Como referiu P2, *“é importante ter dados registados sobre quanto apertou, quanto moveu (...) no digital isso é possível, no método tradicional não”*. Esta capacidade de documentação torna o processo mais transparente, editável e replicável, aspetos valorizados em contextos de melhoria contínua e avaliação de qualidade.

Em síntese, os dados revelam que a adoção do CAD/CAM contribui positivamente para os desfechos do processo, quer em termos técnicos, quer em termos subjetivos de satisfação do utente. A possibilidade de entregar um produto mais personalizado, de forma mais célere, com maior controlo sobre o resultado e com menor margem de erro, representa uma vantagem concreta tanto para os profissionais como para os pacientes. No entanto, essa vantagem depende, em última instância, da formação, do acompanhamento e da capacidade crítica do profissional ortoprotésico na gestão da tecnologia e da relação terapêutica.

6.5 Implicações práticas para o setor

Os resultados deste estudo apontam para um conjunto de implicações práticas relevantes para a modernização e qualificação da Ortoprotesia em Portugal, particularmente no contexto da transição entre técnicas tradicionais e digitais no fabrico de ortóteses de tronco para escoliose idiopática do adolescente.

Em primeiro lugar, confirma-se a necessidade de reforçar a formação técnica em CAD/CAM, tanto a nível da licenciatura como da formação contínua. Grande parte dos participantes defende a inclusão obrigatória de conteúdos relacionados com digitalização, modelação e fabrico assistido por computador em unidades curriculares do curso superior de Ortoprotesia, sublinhando que esta preparação inicial pode acelerar a curva de aprendizagem e reduzir resistências futuras. Esta recomendação é alinhada com autores como Donzelli et al. (2020), que destacam a formação como fator crítico para a adoção tecnológica em contextos clínicos.

A viabilidade da técnica CAD/CAM depende também da existência de condições estruturais adequadas, nomeadamente acesso a equipamentos, softwares e, sobretudo, autonomia sobre o processo produtivo. Vários profissionais referem que, quando todo o fluxo é realizado internamente, há ganhos significativos em previsibilidade e eficiência.

No entanto, esta realidade está longe de ser generalizada, sobretudo fora dos grandes centros urbanos. Daí a pertinência de estratégias colaborativas — como centrais de fabrico partilhadas ou mais parcerias entre ortopedias e empresas de produção — como forma de diluir os custos de investimento inicial.

Outra implicação prática diz respeito à valorização do tempo do profissional. Ao permitir reduzir o tempo gasto em tarefas manuais repetitivas, o sistema CAD/CAM liberta o ortoprotésico para atividades de maior valor clínico, como a avaliação, o ajuste fino e o acompanhamento posterior do utente. Como referiu P1, *“o digital permite-me estar mais tempo com o doente e menos tempo na parte do fabrico”*. Este aspeto reforça o papel do ortoprotésico como profissional de saúde especializado e não apenas como técnico de produção, contribuindo para a dignificação e valorização da profissão.

Adicionalmente, a tecnologia digital como a técnica CAD/CAM, introduz novas possibilidades em termos de documentação, rastreabilidade e melhoria contínua, ao permitir o registo sistemático das intervenções, das modificações e dos parâmetros técnicos utilizados. Isto tem implicações diretas na qualidade dos cuidados, na investigação aplicada e na formação de novos profissionais.

Por fim, é importante notar que a adoção plena da tecnologia digital requer uma mudança cultural e institucional, que ultrapassa a mera aquisição de equipamentos. Trata-se de promover uma cultura de inovação sustentada, onde a experiência tradicional é valorizada, mas integrada com novas ferramentas digitais que permitem ganhos objetivos em qualidade, eficiência e satisfação do utente.

6.6 Limitações do estudo

Apesar dos contributos significativos, este estudo apresenta algumas limitações que importa reconhecer, tanto ao nível metodológico como na generalização dos resultados. A primeira limitação prende-se com a natureza qualitativa e exploratória da investigação, que, embora permita uma análise aprofundada das perceções dos ortoprotésicos, não visa estabelecer generalizações estatísticas. O recurso ao método Delphi, centrado na construção de consensos e no confronto de perspetivas entre especialistas, revelou-se particularmente adequado para o domínio técnico do estudo em questão, no entanto, os resultados obtidos refletem necessariamente as experiências e visões dos participantes envolvidos, num contexto profissional e geográfico específico.

A reduzida dimensão da amostra ($n=7$), embora justificada pelo critério de especialização dos participantes, pelos critérios de inclusão e pela natureza da metodologia adotada, constitui uma limitação no que respeita à diversidade potencial de

experiências no setor da ortoprotesia em Portugal. A seleção baseou-se na experiência prática com ambas as técnicas de fabrico, o que garante a relevância dos contributos recolhidos, mas não assegura a representatividade de todas as realidades clínicas e organizacionais existentes no país. Outra limitação relevante verificou-se na sessão conjunta prevista para a segunda ronda do painel Delphi, onde se registou a ausência de três dos sete participantes por motivos pessoais. A não participação em tempo real pode ter comprometido parcialmente o debate dinâmico e o aprofundamento coletivo de determinados tópicos. Este constrangimento pode ter limitado a aproximação de posições e a clarificação de divergências durante a discussão em grupo. Adicionalmente, os dados recolhidos baseiam-se em perceções profissionais, não sendo acompanhados por indicadores objetivos de custo, tempo ou eficácia clínica. Esta limitação, comum em estudos qualitativos, realça a necessidade de futuras investigações complementares de natureza quantitativa.

Por fim, o facto de a autora do estudo ser uma profissional da área, com formação e experiência no tema, poderá ter influenciado a interpretação dos dados.

Estas limitações não invalidam os resultados obtidos, mas reforçam a importância da sua interpretação à luz do contexto em que foram produzidos, reconhecendo a complexidade do tema em estudo e a necessidade de abordagens complementares no futuro.

7. Conclusões

O presente estudo teve como objetivo analisar comparativamente as técnicas de fabrico tradicional e CAD/CAM na produção de ortóteses de tronco para o tratamento da EIA, com base na perceção de ortoprotésicos portugueses com experiência prática em ambas as abordagens. Através da metodologia Delphi, foi possível explorar as vantagens, limitações e critérios que orientam a adoção de cada técnica no contexto nacional.

No que diz respeito ao tempo de fabrico, a análise evidencia de forma clara que a técnica CAD/CAM constitui uma mais-valia significativa em comparação com o método tradicional. Os participantes reconhecem que os ganhos temporais ocorrem sobretudo nas etapas iniciais do processo — como a digitalização e a retificação do molde —, permitindo uma redução global do tempo de produção das ortóteses. Este encurtamento dos prazos tem repercussões diretas na produtividade, permitindo o atendimento de um maior número de utentes sem comprometer a qualidade técnica do produto final. Para além da eficiência operacional, destaca-se também uma redistribuição qualitativa do tempo de trabalho, ou seja, com a automatização parcial do fabrico, os profissionais conseguem dedicar mais atenção ao acompanhamento clínico, à personalização e ao seguimento pós-entrega. Esta reorganização reforça a dimensão terapêutica da atuação dos profissionais, melhorando a experiência do utente. A previsibilidade nos prazos, facilitada pela autonomia do processo quando realizado internamente, é outro aspeto valorizado, pois contribui para uma gestão mais eficaz dos recursos humanos e logísticos. Embora se reconheça que o método tradicional ainda pode ser adequado em contextos específicos, a perceção dominante é a de que o CAD/CAM se torna progressivamente mais vantajoso à medida que a escala de produção aumenta, configurando um diferencial competitivo relevante para as ortopedias que optam por esta tecnologia.

Relativamente aos custos, os dados revelam uma perceção generalizada de que o sistema CAD/CAM, apesar de exigir um investimento inicial significativo em equipamento, *software* e formação, pode tornar-se viável e financeiramente compensador a médio e longo prazo. A barreira principal identificada prende-se com a dimensão desse investimento, nem sempre comportável por organizações de pequena escala. Destaca-se a importância de modelos colaborativos, como as centrais de fabrico partilhadas, que permitem diluir custos e promover a eficiência. Para além dos custos diretos, os profissionais valorizam benefícios indiretos como o aumento da produtividade, a redução do esforço manual, a melhoria da imagem institucional e a satisfação do utente. Assim, o custo é entendido como um investimento estratégico, cujo

retorno depende da escala de produção, da organização interna e da visão de longo prazo adotada por cada unidade clínica.

No que respeita aos desfechos de processo, os dados indicam que a adoção do sistema CAD/CAM contribui para uma melhoria transversal da qualidade percebida dos cuidados, abrangendo desde a precisão técnica da tiragem do molde até à experiência global do utente. A possibilidade de alcançar um ajuste mais anatómico, com maior conforto e melhor estética, associada à rapidez e previsibilidade do fabrico, reforça a aceitação por parte dos pacientes e facilita a adesão ao tratamento. Os participantes referem ainda que o controlo mais direto sobre o processo, incluindo o registo e edição digital das alterações, permite uma atuação mais eficaz, segura e ajustada às necessidades individuais. No entanto, os profissionais salientam que o sucesso clínico continua a depender da sua capacidade de avaliação, adaptação e acompanhamento contínuo, sublinhando a importância de uma articulação equilibrada entre tecnologia e competência técnica.

Este estudo poderá contribuir de forma relevante para o entendimento do impacto da tecnologia CAD/CAM no fabrico de ortóteses de tronco no contexto português, particularmente no tratamento da EIA. Ao reunir e analisar as perceções de ortoprotésicos através de um painel Delphi, a investigação oferece uma perspetiva aprofundada sobre as vantagens, limitações e desafios associados às duas técnicas de fabrico — a tradicional e a CAD/CAM — tendo por base não apenas critérios técnicos, mas também operacionais, económicos e organizacionais.

Um dos principais contributos do estudo é a valorização do conhecimento prático dos profissionais na identificação de fatores que afetam diretamente a eficiência, os custos e a satisfação com o processo de produção das ortóteses. A evidência recolhida permite concluir que a adoção da tecnologia CAD/CAM representa um avanço significativo em termos de produtividade, previsibilidade e modernização do setor, embora a sua viabilidade dependa fortemente de fatores estruturais, como o volume de produção, o acesso a recursos tecnológicos, a existência de formação específica e a resistência á mudança.

Adicionalmente, este estudo poderá fornecer *insights* importantes para a formulação de estratégias de modernização tecnológica em ortoprotesia, sugerindo que a disseminação da tecnologia CAD/CAM pode ser facilitada pela criação de mais redes de fabrico, pela integração de conteúdos digitais na formação de base e pela valorização económica do trabalho técnico especializado. Estas recomendações podem ser

particularmente úteis para decisores, tanto das instituições de ensino superior como das entidades reguladoras do setor.

No plano científico, o estudo reforça a pertinência da análise qualitativa baseada em métodos participativos (como o painel Delphi) no campo da Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde, ao permitir integrar o saber técnico com o contexto organizacional e com a experiência prática dos profissionais. A abordagem utilizada poderá servir de modelo para futuras investigações que procurem avaliar tecnologias emergentes em saúde com base em critérios multidimensionais.

Nesse sentido para uma investigação futura, sugere-se:

- A realização de estudos quantitativos que complementem os dados qualitativos aqui apresentados, permitindo medir, por exemplo, o impacto do CAD/CAM na redução efetiva do tempo de fabrico e no custo total por ortótese;
- A análise comparativa entre diferentes modelos organizacionais de implementação do sistema CAD/CAM (produção *in-house* vs. *outsourcing*), incluindo aspetos de custo-benefício e sustentabilidade financeira;
- A avaliação da satisfação dos utentes e dos resultados clínicos associados a ortóteses fabricadas pelas duas técnicas, de forma a incluir o ponto de vista do utilizador final;
- O desenvolvimento de projetos de formação piloto em CAD/CAM adaptados ao contexto português, cuja implementação possa ser objeto de avaliação formativa e de impacto;
- A replicação do estudo em outros contextos geográficos ou populacionais, de forma a compreender variações regionais e construir uma visão mais ampla sobre a transição digital no contexto da ortoprotesia em Portugal.

Em suma, esta investigação poderá oferecer uma base inicial firme para o debate e a intervenção sobre a modernização tecnológica no setor, contribuindo não só para o conhecimento académico, mas também para a melhoria da prática profissional e da gestão de tecnologias em saúde.

Referencias bibliográficas

- Alves, Y. M., Azevedo, Y. S. de, Monção, A. C. F., Iwabuchi, D. N. G., Moreira, A. V., Laredo, R. V., Duarte, V. F., & Gomes, C. A. C. (2024). Efeitos do tratamento conservador da escoliose idiopática em adolescentes: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Reabilitação e Atividade Física*, 13(1), 55–61. Recuperado de <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/rbraf/article/view/3222>
- Barrios-Muriel, J., & Ruiz-Sánchez, F. J. (2020). Advances in orthotic and prosthetic manufacturing. *Materials*, 13(2), 295. <https://doi.org/10.3390/ma13020295>
- Bidari, S., Sadeghi, H., Kamyab, M., & Razeghi, M. (2021). Efficacy of CAD/CAM versus CAD-FEM technologies in brace management of idiopathic scoliosis: A narrative review. *Asian Spine Journal*, 15(5), 679–689. <https://doi.org/10.31616/asj.2019.0263>
- Carvalho, J. A. (2006). *Órteses: um recurso terapêutico complementar*. Barueri, SP: Manole.
- Cobetto, N., Aubin, C. E., Parent, S., & Labelle, H. (2016). Effectiveness of braces designed using CAD/CAM and finite element simulation compared to CAD/CAM only for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled trial. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0128-9>
- Cottalorda, J., Kohler, R., Garin, C., et al. (2005). Orthoses for mild scoliosis: A prospective study comparing traditional plaster mold manufacturing with fast, noncontact, 3-dimensional acquisition. *Spine*, 30(4), 399–405.
- Costa, R. P., & Silva, A. I. (2019). Escoliose idiopática do adolescente: Diagnóstico e tratamento conservador. *Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação*, 29(1), 34–45.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458–467.
- Dimitrijević, V., Šćepanović, T., Jevtić, N., Rašković, B., Milankov, V., & Milosević, Z. (2022). Application of the Schroth method in the treatment of idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal*

of Environmental Research and Public Health, 19(24), 16730.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192416730>

- Donzelli, S., Zaina, F., Dolan, L. A., Negrini, A., Hresko, M. T., & Negrini, S. (2020). Adolescent idiopathic scoliosis bracing success is influenced by time in brace: Comparative effectiveness analysis of BrAIST and ISICO cohorts. *Spine*, 45(17), 1193–1199. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003506>
- Edelstein, J. E., & Bruckner, J. (2006). *Órteses: abordagem clínica* (Tradução Eliane Ferreira). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Espínola, T. R. (2020). Tratamento conservador da escoliose: Uma revisão. *Revista Brasileira de Reabilitação*, 3(1), 45–53.
- Hsu, C. C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12(10), 1–8.
- Hudson Valley Scoliosis. (n.d.). Boston brace. Recuperado de <https://www.hudsonvalleyscoliosis.com/treatments/brace/>
- Janssen, M. M., de Wilde, R. F., Kouwenhoven, J. W., & Castelein, R. M. (2011). Experimental animal models in scoliosis research: A review of the literature. *Spine Journal*, 11(4), 347–358. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2011.03.010>
- Kaelin, A. J. (2020). Adolescent idiopathic scoliosis: Indications for bracing and conservative treatments. *Annals of Translational Medicine*, 8(2), 28. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.09.69>
- KidsHealth. (n.d.). Scoliosis brace. Recuperado de <https://kidshealth.org/en/parents/scoliosis-brace.html>
- Kim, H. J., de Kleuver, M., & Luk, K. (n.d.). Adolescent idiopathic scoliosis. AO Foundation. Retrieved September 9, 2025, from <https://www.aofoundation.org/>
- Kim, Y. J., Lenke, L. G., Bridwell, K. H., Kim, J., & Koester, L. A. (2010). Free hand pedicle screw placement in adolescent idiopathic scoliosis: analysis of 2,068 consecutive screws. *Spine*, 29(6), 695–700.
- Konieczny, M. R., Senyurt, H., & Krauspe, R. (2013). Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Children's Orthopaedics*, 7(1), 3–9. <https://doi.org/10.1007/s11832-012-0457-4>
- Liljenqvist, U., Lepsien, U., Hackenberg, L., Niemeyer, T., & Halm, H. (2002). Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior

- correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *European Spine Journal*, 11(4), 336–343.
- Lou, E., Ng, K., & Hill, D. (2022). Immediate outcomes and benefits of 3D printed braces for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 840286. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.840286>
 - Mizusaki, K. A. T., Morizaki, R. K. P., Teles, D. R. S., & Cacho, E. W. A. (2024). Evaluation of the effectiveness of the Chêneau brace in the treatment of idiopathic scoliosis in adolescents. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 59(1), 49–56. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1779473>
 - Nathan, P. N. P. V., & Parvathi, M. (2023). A review on different methods of scoliosis brace fabrication. *Prosthetics and Orthotics International*.
 - Negrini, S., Aulisa, A. G., Cerny, P., de Mauroy, J. C., McAviney, J., et al. (2018). 2016 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13, 3. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0145-8>
 - Negrini, S., Minozzi, S., Bettany-Saltikov, J., Chockalingam, N., Grivas, T. B., et al. (2015). Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD006850. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006850.pub3>
 - Negrini, S., Aulisa, A. G., Cerny, P., de Mauroy, J. C., McAviney, J., Mills, A., ... Smith, B. G. (2022). The classification of scoliosis braces developed by SOSORT with SRS, ISPO, and POSNA and approved by ESPRM. *European Spine Journal*, 31, 980–989. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07131-z>
 - Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29.
 - Parvathi, M., Nathan, P. N. P. V., et al. (2023). Evaluation of fabrication methods of scoliosis orthoses: CAD/CAM versus traditional techniques. *International Journal of Orthotic Research*, 12(2), 145–152.
 - Rocha, L. E., & Pedreira, C. E. (2001). Escoliose idiopática do adolescente. *Jornal de Pediatria*, 77(Supl. 2), S225–S234.
 - Scoliosis Research Society Terminology Committee. (1999). *SRS radiographic measurement manual*. Milwaukee, WI: Scoliosis Research Society.

- Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação. (2019). Escoliose idiopática do adolescente: Diagnóstico e tratamento conservador. *Revista da SPMFR*, 31(4), 20–33.
- Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação. (2019). *Manual de escoliose*. Lisboa: SPMFR.
- Sousa, C. S. F. (2006). Acompanhamento radiológico da escoliose induzida por coletes de metacrilato de etila em ratos. Trabalho apresentado na IV Mostra Acadêmica da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil.
- Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B. (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *New England Journal of Medicine*, 369(16), 1512–1521. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1307337>
- Weiss, H.-R. (2008). Adolescent idiopathic scoliosis – an indication for surgery? A critical appraisal of the literature. *Disability and Rehabilitation*, 30(10), 799–807. <https://doi.org/10.1080/09638280801889568>
- Weiss, H.-R. (2017). The functional approach to scoliosis treatment. In H.-R. Weiss (Ed.), *Best Practice in Conservative Scoliosis Care* (pp. 133–152). IOS Press.
- Weiss, H. R., & Turnbull, D. (2010). Conservatively treated patients with scoliosis – a prospective study of treatment results and compliance. *Scoliosis*, 5(1), 32. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-5-32>
- Weiss, H.-R., Negrini, S., Rigo, M., Kotwicki, T., et al. (2006). Indications for conservative management of scoliosis (guidelines). *Scoliosis*, 1, 5. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-1-5>
- Wong, M. S. (2011). Computer-aided design and computer-aided manufacture (CAD/CAM) system for construction of spinal orthosis for patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 27(1), 61–67. <https://doi.org/10.3109/09593981003762933>
- Zaina, F., Donzelli, S., Lusini, M., Romano, M., Negrini, A., & Negrini, S. (2023). SOSORT-SRS expert consensus on brace action and principles for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 18(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13013-023-00239-w>


Apêndice I: Modelo de convite à participação no estudo

Convite à Participação em Estudo Académico | Ortoprotesia


Olá, colegas Ortoprotésicos!

O meu nome é Andreia Cristo e estou a desenvolver uma tese de mestrado com o tema: "**Análise Comparativa entre a técnica por impressão CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de Ortóteses de Tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente; custos e benefícios.**"

O presente estudo surge no âmbito de uma dissertação a realizar no 2º ano do curso de Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde, numa associação entre a Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa do Instituto Politécnico de Lisboa (ESTeSL-IPL) e a Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve. O estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa de custos, tempo e métodos de fabrico entre a técnica por impressão CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de ortóteses de tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente.

 Estou à procura de profissionais da área de Ortoprotesia que tenham experiência mínima de dois anos no fabrico de ortóteses de tronco, tanto por método tradicional como por CAD/CAM, para constituir um **painel de peritos**.

A participação será feita através de uma **entrevista semiestruturada individual**, a decorrer via plataforma Zoom na 2ª quinzena do mês de maio de 2025, num horário conveniente para si e posteriormente numa **sessão conjunta com todos os peritos**, com vista ao debate e interação entre os mesmos, a decorrer no início de junho de 2025. As entrevistas terão a duração aproximada de 90 minutos.

 **Considerações éticas e legais:** A participação no estudo será voluntária e será fornecido um Consentimento informado com todos os detalhes do estudo e contactos da investigadora principal. Pretende-se garantir o anonimado das respostas dos participantes assim como a confidencialidade dos dados dos mesmos.

A sua participação será fundamental para compreender a realidade nacional nesta área e poderá contribuir para o avanço do conhecimento científico e técnico no domínio da Ortoprotesia.

✍ Se estiver interessado/a em participar ou quiser saber mais, por favor responda ao questionário abaixo (Gogle Forms)

Agradeço desde já a sua atenção e disponibilidade para colaborar neste projeto acadêmico.

Com os melhores cumprimentos,

Andreia Filipa Amado B. Cristo

Ortoprotésica cédula nº C-067914110

969543572

amadoandreia@hotmail.com

Apêndice II: Informação ao participante e declaração de consentimento esclarecido para participação em investigação

INFORMAÇÃO AO PARTICIPANTE E DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM INVESTIGAÇÃO

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Título do estudo: “Análise Comparativa entre a técnica por impressão CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de Ortóteses de Tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente; custos e benefícios.”

O presente estudo surge no âmbito de uma dissertação a realizar no 2º ano do curso de Mestrado em Gestão e Avaliação de Tecnologias em Saúde, numa associação entre a Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa do Instituto Politécnico de Lisboa (ESTeSL-IPL) e a Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve. O estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa de custos, tempo e métodos de fabrico entre a técnica por impressão CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de ortóteses de tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente.

As entrevistas a realizar terão a duração de aproximadamente 90 minutos (o tempo poderá ser ajustado consoante o decurso das mesmas), via Zoom e durante a mesma haverá gravação e recolha de som e imagem caso não exista oposição do/a entrevistado/a. A gravação das mesmas será destruída até 6 meses após a prestação de provas públicas de Mestrado. Será realizada uma transcrição parcial da entrevista, podendo ser transcritos excertos, devidamente citados, e sempre garantindo o carácter totalmente anónimo dos entrevistados, na apresentação dos dados da tese.

A participação no estudo é estritamente voluntária: pode escolher livremente participar ou não participar. Se escolher participar pode interromper a sua participação a qualquer momento, sem ter de prestar justificações. Os dados recolhidos identificáveis irão ficar armazenados na ESTeSL ao cuidado do encarregado da proteção de dados: Nuno Pires Encarregado Proteção Dados / Data Protection Officer Telf. + 351 21 046 47 00 | + 351 21 046 47 08 Email. npires@net.ipl.pt Em qualquer caso, a sua participação nunca será tornada pública. Para além de voluntária, a participação é confidencial, sendo o uso dos dados exclusivo para o presente estudo.

A sua colaboração é da maior importância e contributo fundamental para alcançar os objetivos a que me propus. Muito grata pela sua participação! Estarei disponível para fornecer qualquer informação que considerar necessária.

Andreia Filipa Amado B. Cristo [Ortoprotésica cédula nº C-067914110| 969543572| amadoandreia@hotmail.com

Confirmo que expliquei à pessoa abaixo indicada, de forma adequada e inteligível, os procedimentos necessários ao ato referido neste documento. Respondi a todas as questões que me foram colocadas e assegurei-me de que houve um período de reflexão suficiente para a tomada da decisão. Também garanti que, em caso de recusa, não haverá quaisquer consequências.

Nome legível do investigador/profissional de saúde
.....
Telefone/telemóvel
Email (caso possua)
Assinatura:
.....
Data: /..... /..... [Parte declarativa da pessoa que consente]:

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, declaro que aceito participar neste estudo, e que tomo a minha decisão de forma inteiramente livre, e permito a utilização dos dados, nomeadamente a recolha de som e imagem, que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e na garantia de confidencialidade que me é dada pela investigadora.

Nome legível da pessoa que consente:
.....
Telefone/telemóvel
Email (caso possua)
Assinatura:
Data: /..... /.....

Apêndice III – Guião de Entrevista Semiestruturada relativa ao estudo de investigação (Ronda um)

Guião de Entrevista Semiestruturada relativa ao estudo de investigação:

“Análise Comparativa entre a técnica por CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de Ortóteses de Tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente; custos e benefícios”

Equipa de Investigação:

Mestranda: Andreia Filipa Amado Banha Cristo

E-mail: Amadoandrea@hotmail.com; 2023033@alunos.estesl.ipl.pt

Número de telemóvel: 969543572

Orientadores:

Prof. Doutor André Coelho (ESTeSL), Dr. Paulo Palma, Médico Fisiatra ULS Arrábida

1 -Características dos entrevistados

1.1 Qual a sua faixa etária?

1.2 Qual a sua formação académica?

1.3- Há quantos anos trabalha como Ortoprotésico/a?

1.4- Possui especialização em alguma área específica da Ortoprotesia? Se sim, qual?

1.5- Na sua prática, qual a técnica predominante no início da sua carreira, aplicada ao fabrico de ortóteses de tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente? E qual a mais comum atualmente?

1.7- Há quanto tempo trabalha com a técnica tradicional? E com a técnica CAD/CAM?

1.8- Em que região do país trabalha?

1.9- A sua região possui acesso fácil aos equipamentos /suporte necessários para a execução de ambas as técnicas de fabrico?

1.10- Quantos pacientes atende, em média, por mês com indicação para tratamento da escoliose idiopática do adolescente com ortótese de tronco?

2- Percepção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico:

- 2.1 Na sua opinião quais são as principais diferenças entre a técnica tradicional e a técnica CAD/CAM no fabrico de ortóteses para EIA?
- 2.2 Qual das técnicas de fabrico prefere utilizar (tradicional ou CAD/CAM)?
- 2.3 Na sua opinião, pode dizer-se que uma das técnicas é mais adequada para certos casos clínicos ou casos específicos de EIA?
- 2.4 Na sua opinião, qual das técnicas oferece maior precisão no ajuste das ortóteses ao paciente?
- 2.5 Existem benefícios de uma técnica de fabrico em relação a outra?
- 2.6 Que limitações existem de uma técnica em relação á outra? Na sua opinião essas limitações suficientes para suprimir/anular a outra técnica?
- 2.7 Em termos de fluxo de trabalho, que técnica permite um processo mais organizado e eficaz?
- 2.8 Com que técnica acredita ter mais controlo e previsibilidade sobre o tempo de entrega da Ortótese ao paciente?

3- Percepção dos entrevistados sobre o impacto do Custo:

- 3.1 Quais são os principais fatores que influenciam o custo final de produção em cada técnica (ex.: materiais, equipamentos, mão de obra)?
- 3.2 Existe uma diferença significativa no custo de fabrico da ortótese dependendo da técnica utilizada? Se sim, com qual das técnicas é garantido um custo de fabrico mais baixo?
- 3.3 Existem diferenças no custo dos materiais utilizados para o fabrico de uma ortótese de tronco entre uma técnica e outra? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em materiais/consumíveis?
- 3.4 Existem diferenças relativamente ao custo de aquisição dos equipamentos necessários para o fabrico de ortóteses de tronco numa técnica e noutra? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em equipamentos?
- 3.5 Existem diferenças no custo de manutenção dos equipamentos utilizados em cada técnica? Em caso afirmativo, que técnica exige maior investimento em manutenção?
- 3.6 Identifica deferentes necessidades de formação ou especialização dos Ortoprotésicos, de uma técnica de fabrico em relação a outra? Em caso afirmativo, como isso impacta no custo de produção?

3.7 Os custos relacionados com ajustes, manutenções e substituições das Ortóteses ao longo dos 12 meses seguintes após a entrega ao doente difere dependendo da técnica utilizada para o fabrico da ortótese?

3.8 Existe necessidade de um espaço específico ou infraestrutura adicional para a prática da técnica CAD/CAM? E para a prática da técnica tradicional? Se sim, esse custo é significativo?

3.9 Há algum impacto no custo de energia elétrica ou outros serviços devido ao uso de equipamentos CAD/CAM? E para a prática da técnica tradicional?

3.10 Há necessidade de atualização/formação frequente dos Ortoprotésicos relativamente ao uso da técnica CAD/CAM, gerando um custo indireto de formação continua? E relativamente á técnica tradicional de fabrico?

3.11 O uso de equipamentos inerentes á técnica CAD/CAM envolve despesas frequentes com atualizações de software ou suporte técnico?

4- Perceção sobre o impacto no tempo de produção:

4.1 Quanto tempo leva, em média, o processo de fabrico de uma ortótese de tronco com a técnica tradicional? E utilizando a técnica CAD/CAM?

4.2 Na sua experiência, há alguma etapa específica do processo de fabrico da ortótese (como tiragem de medidas/molde, correção do molde, ajuste ou finalização) que seja mais morosa numa das técnicas quando comparada com a outra técnica? Em caso afirmativo, qual?

4.3 Considera o tempo de produção um indicador de qualidade e eficiência dos serviços prestados ao doente? Em caso afirmativo, esse fator justifica, na sua opinião o investimento inicial dos equipamentos no caso específico da técnica CAD/CAM?

4.4 Considerando o tempo economizado numa das técnicas de fabrico, esse ganho de produtividade compensa financeiramente em comparação com a outra técnica?

4.5 Em que medida a escolha da técnica de fabrico afeta a eficiência do serviço prestado ao doente? Que ganhos traz?

5-Perceção dos desfechos relacionados com o processo de produção:

5.1 Recebeu formação adicional para utilizar a técnica CAD/CAM? Se sim, como decorreu essa formação?

5.2 Como foi a curva de aprendizagem perante a introdução da técnica CAD/CAM na sua prática?

5.3 No seu ponto de vista, existe alguma competência técnica específica necessária para operar adequadamente cada uma das técnicas? Se sim qual?

5.4 Considera que o tempo de experiência profissional dos Ortoprotésicos pode influenciar a curva de aprendizagem e aceitação da técnica CAD/CAM?

5.5 Na sua opinião, o uso da técnica CAD/CAM é facilmente aceite entre os Ortoprotésicos da sua área? O que poderia incentivar ou dificultar essa aceitação?

5.6 Como avalia a qualidade do produto final em cada técnica de fabrico? Existe alguma diferença em termos de precisão, durabilidade ou conforto para o paciente?

5.7 Em relação à consistência nos resultados, qual a técnica que considera mais confiável e eficaz?

5.8 Qual a técnica que proporciona um fluxo de trabalho mais eficiente, considerando o tempo total (incluindo etapas de revisão e ajustes necessários)?

6- Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes:

6.1 Qual a técnica que, na sua opinião, proporciona maior conforto e satisfação aos pacientes?

6.2 Em relação à satisfação do paciente, há alguma técnica que gere mais reclamações ou retornos? Esse fator tem algum custo adicional indireto para sua prática?

6.3 Como encara o futuro da Ortoprotesia em Portugal em relação às diferentes técnicas de fabrico de Ortóteses disponíveis no mercado?

6.4 Quais são os principais desafios que prevê no uso de tecnologias avançadas (como caso da técnica CAD/CAM) no contexto português?

6.5 Na sua opinião, o uso da técnica CAD/CAM representa um investimento financeiramente viável e sustentável para a prática Ortoprotésica, no contexto português?

Apêndice IV – Guião do Painel de Delphi a ser aplicado ao estudo de investigação (Ronda dois)

Guião do Painel de Delphi a ser aplicado ao estudo de investigação:

“Análise Comparativa entre a técnica CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de Ortóteses de Tronco para tratamento de escoliose idiopática do adolescente; custos e benefícios”

Equipa de Investigação:

Mestranda: Andreia Filipa Amado Banha Cristo

E-mail: Amadoandrea@hotmail.com; 2023033@alunos.estesl.ipl.pt

Número de telemóvel: 969543572

Orientadores:

Prof. Doutor André Coelho (ESTeSL)

Dr. Paulo Palma, Médico Fisiatra ULS Arrábida

Guião da Sessão Delphi – 2.^a Ronda (Sessão Síncrona Online)

Tema: Análise comparativa entre a técnica CAD/CAM e a técnica tradicional no fabrico de ortóteses de tronco para tratamento da escoliose idiopática do adolescente.

Objetivo da Sessão: Esclarecer, aprofundar e obter consensos sobre pontos levantados na primeira ronda de entrevistas individuais com Ortoprotésicos, nomeadamente no que respeita ao impacto das duas técnicas nos tempos de fabrico, nos custos associados e nos desfechos relacionados com o processo de produção. Pretende-se também explorar perceções sobre viabilidade futura, estratégias de implementação e recomendações práticas, reunindo o conhecimento coletivo de um grupo de especialistas com experiência em ambas as abordagens técnicas. A sessão será dinamizada de forma a promover o diálogo aberto, a escuta ativa e a identificação de pontos de consenso que possam alimentar propostas de boas práticas ou recomendações futuras.

Duração prevista: 120 minutos

Participantes: Sete Ortoprotésicos com experiência prática no fabrico de ortóteses de tronco utilizando ambas as técnicas de fabrico e cujas entrevistas aconteceram na primeira ronda de entrevistas individuais no início de junho de 2025 via Zoom.

Segunda Ronda – Painel de Delphi

1. Introdução e Objetivo da Sessão

- Boas-vindas e agradecimento pela participação na primeira ronda;
- Reapresentação do estudo e explicação dos objetivos da segunda ronda;
- Explicação do método Delphi: confidencialidade das respostas, iteração e busca de consenso;
- Estabelecimento de normas para discussão e confidencialidade das respostas;
- Estruturação da sessão e duração estimada (15 minutos para cada temática num máximo de 120min para a sessão).

2. Confirmação e Validação de Respostas

- Apresentação dos principais achados da primeira ronda e solicitação aos entrevistados que confirmem ou ajustem as suas respostas.

3. Exploração de Divergências

- Identificação dos pontos onde poderá ocorrer variação nas respostas e consequente aprofundamento da discussão.

4. Questões Emergentes

Bloco 1- Características dos entrevistados

- 1.1 - A formação em CAD/CAM deveria ser obrigatória no curso de Ortoprotésia?
- 1.2-Seria importante implementar um programa de formação contínua em CAD/CAM adaptado à realidade portuguesa? Que conteúdos e formatos seriam mais relevantes?
- 1.3-A localização geográfica tem impacto no acesso e adesão ao CAD/CAM? Como justificam as diferenças observadas entre regiões em Portugal?

Bloco 2 - Perceção dos entrevistados sobre as técnicas de fabrico:

- 2.1-A previsibilidade sobre o tempo de entrega da Ortótese ao paciente está associada à autonomia do processo de produção? Processo “in-House” independentemente da técnica utilizada garante mais previsibilidade sobre o tempo de entrega da Ortótese?

2.2-Sabendo que a tiragem digital pode ser limitada em alguns casos clínicos (ex.: crianças pequenas, pacientes com alterações posturais severas), consideram útil integrar um modelo híbrido na tiragem do molde (Cad/Cam + manual)?

Bloco 3- Perceção dos entrevistados sobre o impacto do Custo:

3.1-Uma vez que não houve consenso relativamente á técnica que permite um custo de fabrico do colete mais baixo, gostaria que comentassem a seguinte frase: “A técnica tradicional é mais barata nos materiais, mas pode sair mais cara em mão de obra e tempo. A técnica CAD/CAM exige investimento inicial ou terceirização, mas otimiza o tempo de fabrico”

3.2-O que torna o investimento em CAD/CAM economicamente viável? Volume de produção, modelo de negócio (*in-house* vs. *outsourcing*), acesso a equipamento, existência de equipa qualificada — qual destes fatores pesa mais no vosso contexto?

Bloco 4- Perceção sobre o impacto no tempo de produção:

4.1-Considerando a poupança de tempo operacional proporcionada pelo CAD/CAM, acham que essa maior produtividade representa de facto uma vantagem competitiva para as ortopedias que integram esta tecnologia?

4.2-Na vossa experiência, os atrasos logísticos associados ao processo de fresagem externa (*outsourcing*) podem anular as vantagens em termos de tempo do CAD/CAM? Como contornam esses entraves?

Bloco 5-Perceção dos desfechos relacionados com o processo de produção:

5.1-A tecnologia (CAD/CAM ou 3D) é uma ferramenta, mas não necessariamente uma garantia de sucesso clínico? Comentem a frase.

Bloco 6- Perceção dos resultados, desafios e satisfação dos pacientes:

6.1-Que boas práticas recomendariam a um colega que vai iniciar com a prática da técnica CAD/CAM?

6.2-Acreditam que a principal barreira à disseminação do CAD/CAM em Portugal é financeira, formativa ou cultural? Qual destes fatores pesa mais na vossa realidade?

5. Consolidação de Consenso e encerramento

Agradecimento pela participação e informação sobre os próximos passos da pesquisa.