

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE
E ADMINISTRAÇÃO DE LISBOA



ISCAL

SAÚDE ORAL 4.0

Sarah Martins Leandro

Lisboa, Dezembro de 2021

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E
ADMINISTRAÇÃO DE LISBOA

SAÚDE ORAL 4.0

Sarah Martins Leandro

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão e Empreendedorismo, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor João Miguel Xavier Rita e do Professor Doutor João Paulo Freitas Rodrigues Martins.

Constituição do Júri:

Presidente: Professor Doutor José Moleiro Martins

Arguente: Professor Doutor António Abreu

Vogal: Professor. Doutor João Rita

L i s b o a , D e z e m b r o d e 2 0 2 1

Agradecimentos

Expresso o meu agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor João Miguel Xavier Rita e co-orientador, Professor Doutor João Paulo Freitas Rodrigues Martins pela colaboração e suporte.

De igual forma, agradeço a todos os participantes desta investigação pela cooperação e tempo despendido.

Agradeço aos meus amigos, pelo apoio ao longo desta fase.

Ao João, por me fazer sorrir todos os dias.

À minha família, por todo o amor e união.

E ao meu pai, por tudo.

Um grande obrigada a todos!

Resumo

Esta investigação tem como objetivo aferir se o conceito, indústria 4.0, é aplicável, no setor da saúde oral. Tecnologias como inteligência artificial, *cloud*, impressão 3D, internet das coisas, *blockchain*, normalmente são temáticas desenvolvidas em áreas tecnológicas e mais recentemente nos cuidados de saúde. Sendo a saúde oral parte integrante da saúde em geral, importa avaliar se existe atualmente a sua utilização no setor. Sendo que a digitalização está a ganhar expressão transversalmente em todas as áreas, interessa saber se também é visível na saúde oral e podermos afirmar que estamos igualmente a viver a quarta revolução industrial traduzindo-se assim em Saúde oral 4.0.

A parte teórica desta dissertação pretende enquadrar o leitor nos temas saúde oral e indústria 4.0 incidindo nos conceitos chaves dos temas. A parte exploratória utiliza uma metodologia qualitativa através de entrevistas a gestores de laboratórios de prótese dentária em Portugal.

Este estudo conclui que os laboratórios de prótese dentária em Portugal já utilizam tecnologias da indústria 4.0 no desenho e produção de dispositivos médicos feitos por medida, próteses dentárias, na comunicação e gestão laboratorial.

Palavras-Chave: Saúde Oral; Indústria 4.0; Prótese dentária; Dispositivos médicos feitos por medida; CAD/CAM; Impressão 3D.

Abstract

This research aims to evaluate whether the concept, Industry 4.0, is currently relevant in the oral health sector. Technologies such as artificial intelligence, cloud, 3D printing, internet of things, blockchain, are usually themes developed in technological areas and more recently in healthcare. Being oral health an inherent part of health in general, it is important to evaluate if its currently being used in the sector. As digitalization is gaining expression across all areas, it is important to assess whether it is also visible in oral health and we can state that it is also part of the fourth industrial revolution, which translates into Oral Health 4.0.

The theoretical part of this dissertation aims to contextualize the reader in oral health and Industry 4.0, focusing on the key concepts of the themes. The exploratory part uses a qualitative methodology through interviews of laboratory managers in Portugal.

The research concludes that dental laboratories in Portugal are already using Industry 4.0 technologies in the design and production of custom-made medical devices, dental prosthesis, communication, and laboratory management.

Keywords: Oral Health; Industry 4.0; Dental technology; Custom-made Medical Devices; CAD/CAM; 3D Printing.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Relevância do tema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia e estrutura da dissertação	3
2. Enquadramento teórico.....	4
2.1. Saúde Oral	4
2.1.1. Definição e contextualização.....	4
2.1.2. Gestão na saúde	5
2.1.3. Equipa de saúde oral e enquadramento legal.....	6
2.1.4. Dispositivos médicos	7
2.1.5. Fabricação de dispositivos médicos feitos por medida	10
2.2. Indústria 4.0.....	11
2.2.1. Introdução ao conceito	11
2.2.2. Empresas e a Indústria 4.0	13
2.2.3. Aplicações na saúde e saúde oral	14
2.2.4. Impressão 3D e novos materiais	16
2.2.5. Sustentabilidade e economia circular	18
3. Metodologia de investigação	19
3.1. Definição das questões de investigação	19
3.2. Metodologia.....	19
3.3. Apresentação, análise e discussão dos resultados	21
3.3.1. Caracterização demográfica dos participantes	22
3.3.2. Análise dos resultados	24
3.3.3. Discussão dos resultados	36
3.3.4. Resposta às questões de investigação	40
4. Conclusão	42
4.1. Principais conclusões.....	42
4.2. Limitações da investigação.....	44
4.3. Recomendações para futuras investigações.....	44
Referências bibliográficas	45
APÊNDICES	54
APÊNDICE A – Guião entrevista semi-estruturada	54

Índice de tabelas

Tabela 3.1. Subcategorias da categoria profissionais de saúde	24
Tabela 3.2. Subcategorias da categoria dispositivos médicos feitos por medida	27
Tabela 3.3. Subcategorias da categoria paciente	28
Tabela 3.4. Subcategorias da categoria inteligência artificial	30
Tabela 3.5. Subcategorias da categoria <i>Cloud</i>	31
Tabela 3.6. Subcategorias da categoria impressão 3D	32
Tabela 3.7. Subcategorias da categoria sustentabilidade ambiental.....	33
Tabela 3.8. Subcategorias da categoria <i>blockchain</i>	35

Índice de figuras

Figura 2.1. Simulação de prótese total elaborado através de sistema CAD/CAM.....	10
Figura 2.2. Evolução da indústria.....	11
Figura 2.3. Recursos humanos segundo categoria empresarial.....	13
Figura 2.4. Desenho assistido por computador	14
Figura 2.5. Paciente virtual.....	15
Figura 2.6. Produção aditiva, dimensão virtual.....	16
Figura 2.7. Produção aditiva, dimensão física.....	17
Figura 3.1. Idade dos participantes em anos	22
Figura 3.2. Género dos participantes.....	22
Figura 3.3. Distritos abrangidos com saturação de acordo com a incidência.....	22
Figura 3.4. Habilitações académicas	23
Figura 3.5. Domínios, categorias e subcategorias.	25
Figura 3.6. Dispositivo produzido através de tecnologia de impressão 3D	38
Figura 3.7. Processo de produção subtrativo.....	39

Lista de abreviaturas e símbolos

- ACSS - Administração Central do Sistema de Saúde
- AM – *Additive manufacturing*
- BJT – *Binder jetting*
- CAD – *Computer Aided Design*
- CAE – Classificação de atividade económica
- CAM – *Computer Aided Manufacturing*
- CBCT - *Cone Beam computer Tomography*
- DED – *Directed energy deposition*
- DLP – *Direct light processing*
- EC – Economia Circular
- ERS - Entidade Reguladora da Saúde
- FDI - Federação Dentária Internacional
- GANs - *Generative adversarial networks*
- GE – Grande empresas
- IA – Inteligência artificial
- INE – Instituto Nacional de Estatística
- INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e do Produto de Saúde I.P.
- IoT – *Internet of things*
- ISO - International Organization for Standardization
- MEX- *Material extrusion*
- MJ- *Material Jetting*
- OMD – Ordem dos Médicos Dentistas
- PBF- *Powder Bed Fusion*
- PME – Micro, pequenas e médias empresas
- RGPD – Regulamento Geral de Proteção de Dados
- GLPD – Gestores de laboratórios de prótese dentária
- SHL- *Sheet lamination*
- SLA - *Stereolithography*
- SM – *Subtractive manufacturing*
- TIC - Tecnologias de informação e comunicação
- VPP- *Vat photopolymerization*
- UDI- Identificação única do dispositivo

1. Introdução

O primeiro capítulo desta dissertação descreve a motivação e a relevância da temática em estudo, assim como de forma breve, os objetivos principais, metodologia e estrutura.

1.1. Relevância do tema

Com esta investigação pretende-se desafiar paradigmas do setor da saúde oral, com conceitos aplicados até agora em outros setores de atividade.

De acordo com Finkelstein et al., (2020) o uso de *big data* irá aumentar e ajudar a promover políticas de saúde pública oral, pensamento criativo e inovação nos cuidados de saúde. Irá também ajudar a determinar e personalizar os cuidados de saúde oral para cada paciente, constituindo um ciclo de melhoria contínua e aumentando a segurança e satisfação dos pacientes. A inteligência artificial (IA) terá também o potencial de revolucionar a medicina dentária convencional, melhorar os cuidados na saúde oral e baixar os custos (Schwendicke et al., 2020). Chen et al., (2020), afirma que a IA poderá ajudar a reduzir as tarefas repetitivas mais simples e assim aumentar o desempenho profissional dos profissionais nas diferentes áreas. Culot et al., (2020), assegura que é necessária mais investigação na área, mapear modelos de negócio emergentes e práticas organizacionais e testar a sua relevância na indústria 4.0, assim como, explorar se esta representa uma nova fase na história da manufatura através da impressão 3D. O mesmo autor sugere que plataformas digitais poderão tornar-se novos *market places* para atividades de produção.

No final do ano de 2019 surgiu uma nova doença zoonótica, COVID-19, pertencente à família *coronaviridae* que rapidamente se propagou globalmente tornando-se numa pandemia. Esta doença transmite-se primariamente pelo sistema respiratório e pelo contato direto de gotículas, o que influencia dramaticamente o setor da saúde oral (Kılıçarslan et al., 2020). Javaid et al., (2020) afirma que durante esta crise, a indústria 4.0 teve a capacidade de oferecer soluções digitais que beneficiam os diferentes setores, nomeadamente o uso de robótica durante os tratamentos, a utilização de realidade virtual em contexto educacional, e utilização de processos de manufatura utilizando tecnologia digital.

1.2. Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo geral estudar a aplicação do conceito indústria 4.0 no setor da saúde oral, designada como saúde oral 4.0; avaliar o impacto que poderá ter no sector, nos laboratórios de prótese dentária, na produção de dispositivos médicos feitos por medida e nos profissionais de saúde oral. Assim, terá o papel de identificar e fundamentar os diferentes conceitos, dar a conhecer a sua aplicação prática e enumerar os desafios e problemas associados.

Neste sentido e de forma a cumprir o objetivo geral, foram delineados como objetivos específicos:

- Revisão de literatura incidindo no sector da saúde oral e na indústria 4.0, explorando ambos os conceitos e as suas aplicações;
- Dar a conhecer o enquadramento legal, a natureza das empresas do setor e dos dispositivos médicos feitos por medida;
- Conhecer a realidade tecnológica dos laboratórios de prótese dentária em Portugal;
- Analisar qual o impacto das tecnologias da indústria 4.0 para as empresas e profissionais de saúde oral;
- Verificar se a dimensão das PME tem relevância para a implementação das tecnologias da indústria 4.0;
- Quais os benefícios da adoção das tecnologias da indústria 4.0 no sector da saúde oral.

1.3. Metodologia e estrutura da dissertação

A metodologia utilizada na presente dissertação, desenvolvida no capítulo 3, assenta numa análise descritiva de carácter qualitativo com o objetivo de investigar a prevalência das tecnologias da indústria 4.0 no setor da saúde oral em Portugal.

Quanto à estrutura, esta é composta por quatro capítulos que serão brevemente descritos:

O primeiro capítulo, é introdutório onde se encontram descritas a pertinência do tema e a motivação para a sua escolha de forma breve, assim como os objetivos e metodologia adotada.

No segundo capítulo, é apresentada a revisão da literatura dos temas em estudo, nomeadamente saúde oral e indústria 4.0. São descritos conceitos, o enquadramento legal e regulamentação de dispositivos médicos assim como as aplicações das tecnologias da indústria 4.0 no setor.

No terceiro capítulo, é descrita a metodologia de investigação aplicada para a realização do estudo assim como a análise e discussão dos resultados.

Por último, no quarto capítulo, encontram-se expostas as principais conclusões, limitações da investigação e recomendações para futuras investigações.

2. Enquadramento teórico

Este capítulo pretende refletir o estado de arte atual através da revisão da literatura dos temas relevantes para esta dissertação. Serão abordados os temas saúde oral e indústria 4.0, incidindo na sua definição e aplicação.

2.1. Saúde Oral

2.1.1. Definição e contextualização

De acordo com a Federação Dentária Internacional (FDI), entende-se por saúde oral “*a capacidade de falar, sorrir, cheirar, saborear, tocar, mastigar, engolir e transmitir uma variedade de emoções através de expressões faciais com confiança e sem dor, desconforto e doença do complexo craniofacial (cabeça, rosto e cavidade oral).*”

Através do exame à cavidade oral podem ser diagnosticadas doenças de distúrbios alimentares, distúrbios temporomandibulares, infeção pelo vírus da imunodeficiência humana, cancro oral, doença periodontal entre outras.

O edentulismo, correspondente à perda parcial ou total de dentes, é encarado como um agravamento da saúde oral, e tem um impacto na nutrição, na comunicação e autoestima, condicionando a capacidade de comer, falar e conseqüentemente a qualidade de vida (FDI World Dental Federation, 2015).

Através da protodontia e dos tratamentos protodonticos são repostos ou substituídos dentes danificados com restaurações fixas, removíveis ou através de restaurações implanto suportadas. Estes dispositivos são fabricados pelos profissionais de saúde oral, técnico de prótese dentária, segundo uma prescrição do médico dentista, e permitem restabelecer a função, estética e a saúde dos pacientes.

A ortodontia, uma especialidade de medicina dentária, dedica-se à prevenção e correção das más posições dos dentes e dos maxilares, através de dispositivos removíveis ou fixos também fabricados por técnicos de prótese dentária.

2.1.2. Gestão na saúde

A gestão na saúde, fornece liderança e orientação a organizações que prestam serviços de saúde, quer a recursos humanos, departamentos, unidades, ou serviços dentro dessas organizações através de gestores (Buchbinder & Shanks, 2017). Um ecossistema de saúde digital é suportado por tecnologias digitais que utilizam *internet of things* (IoT), inteligência artificial (IA), *big data analytics* permitindo consultas à distância, diagnósticos digitais, monitorização remota e assistência com robots (Secundo et al., 2021). Durante os anos 90 foram desenvolvidos vários sistemas de registo informático do paciente, mas apesar da maturidade técnica no final da década, apenas 15% dos consultórios médicos os tinham implementado (Wager et al., 2017). A gestão na saúde não pode ser estática e os gestores têm um papel fundamental a liderar a inovação de forma a melhorar a qualidade dos serviços e fornecer cuidados de forma eficiente e efetiva (Buchbinder & Shanks, 2017).

Thow-Yick & Huu-Phuong, (1990) identificaram IA como uma vantagem competitiva para as empresas. As técnicas de IA permitem identificar padrões complexos que os humanos não conseguem, analisar grande volume de dados, criar sistemas interativos de apoio à decisão e assim tornar as ações mais proactivas e menos reativas (Toorajipour et al., 2021). A indústria dos dispositivos médicos encaram desafios como a competição global, a velocidade do avanço tecnológico, e os produtos e serviços tornam-se cada vez mais individualizados, e de forma a aproveitar as oportunidades as empresas devem digitalizar os seus processos e utilizar novas tecnologias como a IA (Schweitzer et al., 2021).

2.1.3. Equipa de saúde oral e enquadramento legal

Os cuidados de saúde oral são prestados pelas profissões regulamentadas, higienista oral, técnico de prótese dentária e médico dentista. Inclui também as profissões de acesso livre, cujo acesso não depende da verificação de requisitos profissionais, como os assistentes de consultório de medicina dentária e de laboratório de prótese dentária (Watt et al., 2019). Ao higienista oral, compete a *“realização de atividades de promoção da saúde oral dos indivíduos e das comunidades, visando métodos epidemiológicos e ações de educação para a saúde; prestação de cuidados individuais que visem prevenir e tratar as doenças orais.”* (Decreto-Lei n.º 261/93 de 24 de julho). Ao técnico de prótese dentária compete a *“realização de atividades no domínio do desenho, preparação, fabrico, modificação e reparação de próteses dentárias, mediante a utilização de produtos, técnicas e procedimentos adequados.”* (Decreto-Lei n.º 261/93 de 24 de julho). Ambas as profissões descritas, pertencem ao enquadramento de técnicos de diagnóstico e terapêutica, tendo como autoridade competente de coordenação, fiscalização e acreditação a Direcção-Geral da Saúde (Decreto-Lei n.º 320/99 de 11 de Agosto). Cabe à Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS) a emissão de cédulas profissionais, condição legal obrigatória para exercício da profissão. Define-se por medicina dentária *“o estudo, a prevenção, o diagnóstico, e o tratamento das anomalias e doenças dos dentes, boca, maxilares e estruturas anexas;”* e médico dentista *“o profissional inscrito na Ordem dos médicos dentistas (OMD), nos termos do presente Estatuto e da legislação aplicável”* (Decreto-Lei n.º 124/2015 de 2 de Setembro). Assim, os médicos dentistas têm como entidade reguladora a OMD e a sua inscrição e a emissão de cédula profissional é obrigatória.

Os médicos dentistas exercem a sua profissão em clínicas ou consultórios de medicina dentária assim como os higienistas orais, e compete à Entidade Reguladora da Saúde (ERS) o seu licenciamento. Estas unidades privadas de serviços de saúde ficam sujeitos a abertura, a modificação e o funcionamento segundo o Decreto-Lei.º 127/2014 de 22 de agosto.

Os técnicos de prótese dentária exercem a sua profissão em laboratórios de prótese dentária e estas empresas são regulamentadas pela Autoridade Nacional do Medicamento e do Produto de Saúde I.P. (INFARMED) uma vez que estes profissionais fabricam dispositivos médicos feitos por medida de acordo com uma prescrição médica.

2.1.4. Dispositivos médicos

Próteses são dispositivos ou aparelhos que têm por fim substituir ou reabilitar um membro ou órgão. Assim entende-se por prótese dentária, um dispositivo que pretende reabilitar, restaurar e restabelecer a saúde oral. Estes, são abrangidos pela definição de dispositivos médicos, e inserem-se especificamente na categoria de dispositivos feitos por medida, regida por um conjunto de normas da União Europeia adaptadas à legislação nacional.

Segundo o Decreto-Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho entende-se por dispositivo médico, *“qualquer instrumento, aparelho, equipamento, software, material ou artigo utilizado isoladamente ou em combinação, incluindo o software destinado pelo seu fabricante a ser utilizado especificamente para fins de diagnóstico ou terapêuticos e que seja necessário para o bom funcionamento do dispositivo médico, cujo principal efeito pretendido no corpo humano não seja alcançado por meios farmacológicos, imunológicos ou metabólicos, embora a sua função possa ser apoiada por esses meios, destinado pelo fabricante a ser utilizado em seres humanos para fins de:*

- i) Diagnóstico, prevenção, controlo, tratamento ou atenuação de uma doença;*
- ii) Diagnóstico, controlo, tratamento, atenuação ou compensação de uma lesão ou de uma deficiência;*
- iii) Estudo, substituição ou alteração da anatomia ou de um processo fisiológico;*
- iv) Controlo da conceção.*

Entende-se dispositivo feito por medida segundo o Decreto-Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho *“qualquer dispositivo médico fabricado especificamente de acordo com a prescrição médica, sob a responsabilidade do prescritor, com indicação de características de conceção específicas e que se destine a ser como tal exclusivamente utilizado num doente determinado, não sendo considerados os dispositivos fabricados de acordo com métodos de fabrico contínuo ou em série, que careçam de adaptação para satisfazerem os requisitos específicos do médico ou de qualquer outro utilizador profissional.”*

De acordo com o documento “Recomendações relativas à utilização de dispositivos médicos” elaborado pelo INFARMED e pela OMD, em 2009, cabe ao médico dentista:

- a) *“Elaborar a prescrição médica de um dispositivo médico feito por medida, com a identificação clara das características de conceção específicas. Na prescrição pode vir um elemento identificador, em alternativa ao nome do doente, que permita associar o dispositivo prescrito com o doente determinado a quem este se destina, respeitando, porém, a confidencialidade dos dados pessoais. Este elemento identificador poderá ser assegurado por um código.”*
- b) *“Rececionar o dispositivo médico fabricado devidamente acondicionado e rotulado, devendo este ser acompanhado da declaração de conformidade emitida pelo fabricante do mesmo.”*
- c) *“Adaptar e colocar o dispositivo médico no doente determinado para o qual foi emitida a prescrição médica e lhe destinado especificamente;*
- d) *“O paciente, para o qual se destina o dispositivo médico feito por medida, tem o direito de requerer a declaração de conformidade, pelo que, se solicitada, lhe deverá ser cedida.”*

No mesmo documento são descritas as competências do fabricante de dispositivos médicos feitos por medida:

- a) *“Respeitar a prescrição médica e fabricar o dispositivo de acordo com as características de conceção específicas, cumprindo com os requisitos legais impostos, por forma a garantir a qualidade e segurança do dispositivo;”*
- b) *“Elaborar a declaração de conformidade e manter a documentação técnica, pelo mínimo durante 5 anos a contar da data de fabrico do dispositivo, para efeitos de fiscalização por parte do INFARMED;*
- c) *“Ceder o dispositivo médico fabricado ao médico dentista devidamente acondicionado e rotulado, devendo este ser acompanhado da declaração de conformidade;”*
- d) *“Notificar o INFARMED, quando se encontra sediado em território nacional, utilizando os formulários disponíveis para o efeito que se encontram no site oficial em www.infarmed.pt, comunicando os dados da sua completa identificação e a informação relativa aos dispositivos médicos feitos por medida que fabrica;”*

Salientam ainda que a estes dispositivos *“é aplicado o sistema de vigilância, de acordo com o estabelecido no artigo 13º do Decreto-lei nº273/95, regulamentado pela Portaria nº 196/2004, 1 de Março, devendo os fabricantes, os responsáveis pela entrada em serviço,*

os médicos e qualquer profissional de saúde ou utilizador comunicar ao INFARMED todas as informações relativas a incidentes ocorridos com os dispositivos.”

A rotulagem, segundo a Diretiva de Dispositivos Médicos 93/42/EC (1993) deve conter o nome e a morada do fabricante; identificação “Dispositivo Médico feito por medida” destinado ao doente (nome do doente); identificação, nome do médico prescritor; características específicas do dispositivo; Indicações de utilização e armazenamento e advertências e precauções.

2.1.5. Fabricação de dispositivos médicos feitos por medida

A fabricação de dispositivos médicos feitos por medida na saúde oral tem vindo a adaptar-se de acordo com a evolução tecnológica. Desde os anos 60 que protótipos de desenho assistido por computador (CAD) e produção assistida por computador (CAM) foram introduzidos em contexto industrial em dentária para fabricação de restaurações unitárias como coroas (Rekow, 2006). Atualmente os sistemas CAD/CAM são utilizados na fabricação de restaurações unitárias, múltiplas, modelos e outros dispositivos como exemplificado na Figura 2.1.



Figura 2.1. Simulação de prótese total elaborado através de sistema CAD/CAM

O fluxo de trabalho digital requer do ponto de vista funcional a aquisição de dados, desenho e fabricação (Rekow, 2020) enquanto o fluxo de trabalho convencional requer moldes, enceramento e métodos de produção caracterizados por etapas de fabricação milenares como a técnica de cera perdida. O método CAD/CAM utiliza processos subtrativos e aditivos de manufatura dependendo do material do dispositivo. A produção pelo método subtrativo, é caracterizada pela fresagem de discos de material, com utilização de brocas e um grande desperdício do volume total do disco (Revilla-León, Meyer, et al., 2020). Este processo é utilizado para a produção de dispositivos de composição cerâmica, metálica ou polimérica. Atualmente a produção aditiva, como a impressão 3D, começa a ser utilizada mais frequentemente tendo como diferenciação a flexibilidade do desenho pois as geometrias são criadas progressivamente, camada a camada reduzindo o desperdício de material quando comparado com a técnica subtrativa (Revilla-León et al., 2019).

2.2. Indústria 4.0

2.2.1. Introdução ao conceito

O conceito da indústria 4.0 emergiu num evento em Hannover, na Alemanha em 2011, como um movimento estratégico assente em tecnologia de ponta conduzindo à quarta revolução industrial (Mosconi, 2015). A primeira revolução industrial surgiu por volta de 1760, com duração até 1840, e introduziu os sistemas de fabrico mecânico que funcionavam com motores de energia a vapor. Seguiu-se a segunda revolução industrial, que durou até 1945, caracterizada pela produção em massa através da utilização de energia elétrica. A terceira começou por volta de 1950-70 e trouxe a automação, a tecnologia microeletrónica juntamente com as tecnologias de informação e comunicação (TIC) para o fabrico. A quarta revolução industrial surgiu nos últimos anos e trouxe a possibilidade de integrar sistemas ciber-físicos (CPS), internet das coisas (IoT), computação na *cloud*, *digital twin*, *blockchain*, dispositivos inteligentes, impressão 3D e economia circular no fabrico (Xu et al., 2018) (Rekow, 2020). A Figura 2.2 ilustra resumidamente a evolução da indústria.

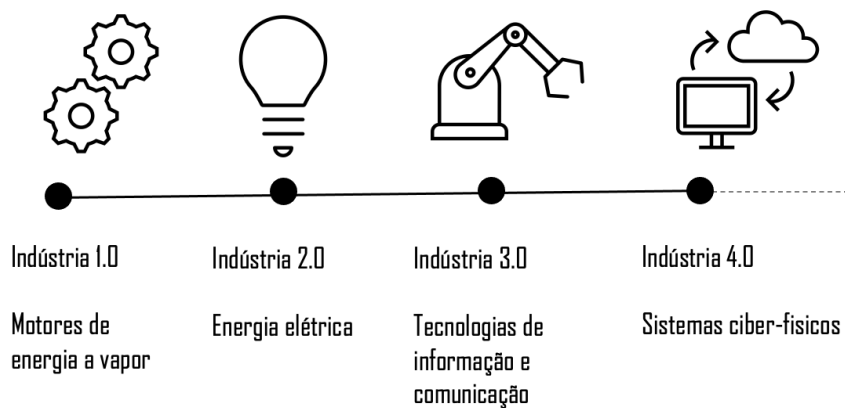


Figura 2.2. Evolução da indústria

Fonte: Adaptado de (Amaba et al., 2020)

Os sistemas ciber-físicos são descritos como uma ponte entre o ciber espaço e o ambiente de trabalho que inclui máquinas, produtos e pessoas (Culot et al., 2020). A Internet das coisas, permite ligar e localizar objetos usando sensores e recolher dados (Aceto et al., 2020) (Jayaraman et al., 2020). A tecnologia de computação na *cloud* permite armazenar e computar uma grande quantidade de dados, facilitando processos, melhorando o desempenho e reduzindo

custos (Xu et al., 2018) e normalmente, análise de *big data*, inteligência artificial e *digital twin* são fornecidos através desta tecnologia (Culot et al., 2020). Os dispositivos inteligentes podem realizar diferentes tarefas, e exemplos dos mesmos são os *smartphones*, *smartwatches* ou *smartglasses* (Jayaraman et al., 2020). No processo de fabricação, a impressão 3D, a robótica avançada e a economia circular têm um papel importante (Culot et al., 2020). A tecnologia *blockchain* permite a descentralização, não tendo uma autoridade central a controlar o conteúdo adicionado, e a persistência da informação, sendo quase impossível eliminar informação devido ao registo distribuído armazenado em diferentes pontos (Hasselgren et al., 2020).

O aumento da utilização de dados, desencadeou implementação de um Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) que estabelece as regras relativas ao tratamento de dados e assegura a proteção dos dados pessoais das pessoas singulares, empresas ou organizações (Comissão Europeia, 2016). As tecnologias descritas funcionam como um guarda-chuva para o conceito de indústria 4.0, o que significa que existe uma interoperabilidade entre elas (Culot et al., 2020).

2.2.2. Empresas e a Indústria 4.0

Segundo a comissão da União Europeia, “A categoria das micro, pequenas e médias empresas (PME) é constituída por empresas que empregam menos de 250 pessoas e cujo volume de negócios anual não excede 50 milhões de euros ou cujo balanço total anual não excede 43 milhões de euros.” (European Commission, 2016). Segundo INE & PORDATA, (2021) ao tecido empresarial em Portugal em 2019 pertenciam 1.333.649 PME e 1357 Grandes Empresas (GE), assinalando que a maioria das empresas em Portugal são PME. A Figura 2.3 representa esquematicamente os recursos humanos em cada categoria empresarial.

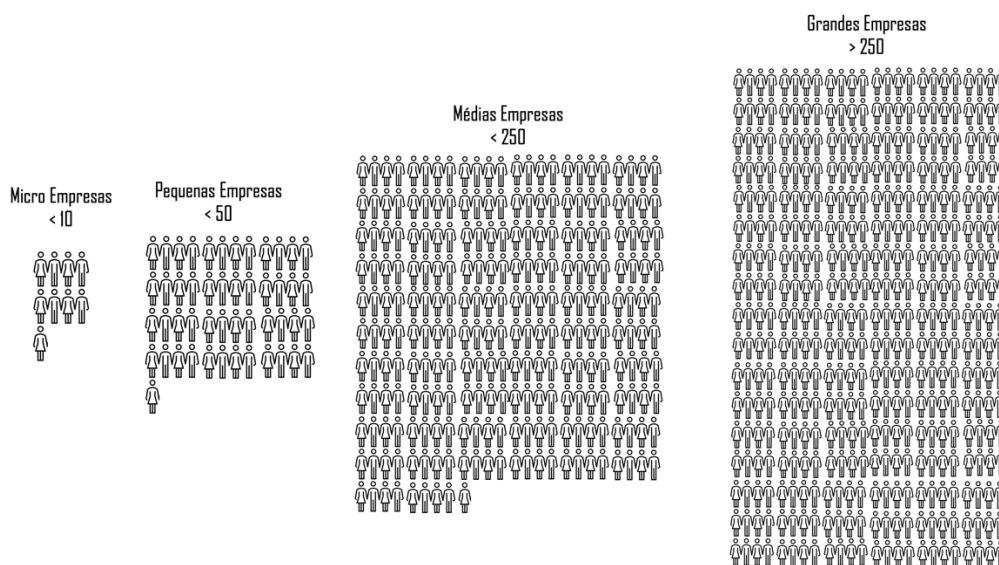


Figura 2.3. Recursos humanos segundo categoria empresarial

Os laboratórios de prótese dentária, pertencem à categoria de atividade indústria transformadora, do grupo 325 de fabricação de instrumentos e material médico-cirúrgico do Código das Atividades Económica com a classificação de atividade económica (CAE) 32502, “Fabricação de material médico/ortopédico/próteses - Estabelecimento industrial onde ocorre a fabricação dos seguintes artigos e aparelhos: Próteses (próteses dentárias, ortopédicas, muletas, talas, cintas, fundas médico-cirúrgicas, coletes, etc.)...” (ePortugal, 2021). Atualmente existem 759 empresas registradas com o CAE principal 32502, e cerca de 1420 com o mesmo CAE secundário (SICAE, 2021).

Apesar da indústria 4.0 promover a flexibilidade, a eficiência, a qualidade e vantagem competitiva, alguns autores afirmam que as PME têm mais dificuldade em tirar partido da quarta revolução industrial quando comparadas com as GE, especialmente em angariar

investimento para a sua implementação e tempo para aprenderem sobre as tecnologias (Masood & Sonntag, 2020) (Schumacher et al., 2016).

Como qualquer mudança, a indústria 4.0 irá desencadear consequências positivas e negativas. Esta transformação exige uma reestruturação empresarial incidindo na redução de postos de trabalho (Kane et al., 2015). Existindo necessidade de alterar os perfis profissionais, é também fundamental adaptar os programas educativos, de forma a desenvolver novos perfis profissionais (Weber, 2015). Enquanto trabalhadores, as funções que envolvem atividades de comunicação, criatividade e inovação serão cada vez mais requisitadas e por sua vez as tarefas mais de rotina, como monitorização serão parcial ou totalmente desempenhadas por máquinas (Erol et al., 2016)

Amaral & Peças, (2021), conduziram um estudo onde tentaram contornar os obstáculos e demonstraram que apesar das barreiras existentes é possível digitalizar processos sem alterar significativamente os hábitos de trabalho dos funcionários e aproveitando as competências existentes como o uso de aplicações do *Microsoft Office*.

2.2.3. Aplicações na saúde e saúde oral

Nos cuidados de saúde, a introdução de ferramentas tecnológicas têm sido utilizadas com diferentes objetivos, nomeadamente para promover a precisão (Finkelstein et al., 2020) monitorização, prevenção, criação de produtos farmacêuticos inteligentes, cuidados personalizados, telemedicina, assistência e reabilitação (Aceto et al., 2020). Na última década, a indústria da saúde oral sofreu um processo de digitalização e espera-se que siga a influência da indústria 4.0 (Leeson, 2020). Os dispositivos inteligentes são utilizados para tratar doenças temporomandibulares utilizando micro-sensores intra-orais para monitorizar e medir a cooperação dos pacientes (Krohn et al., 2020). Os laboratórios de prótese dentária estão a aplicar técnicas de *machine learning* no software de CAD, como demonstrado na Figura 2.4, para otimizar e automatizar o fabrico de restaurações com aspeto natural e funcional (Leeson, 2020).

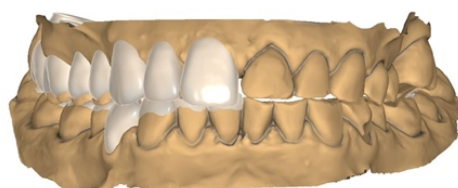


Figura 2.4. Desenho assistido por computador

Os laboratórios de prótese dentária Glidewell estão a processar mais de 8 milhões de casos com generative adversarial networks (GANs) para gerar objetos físicos, coroas precisas, funcionais e estéticas (Leeson, 2020). Empresas de materiais dentários como a Ivoclar Vivadent (Ivoclar Vivadent Inc., Schann, Liechtenstein), desenvolveram materiais com base em *big data* para gerar uma geometria de concha, para produzir dispositivos médicos feitos por medida monolíticos e bicolores aplicando a acumulação e análise de dados ao processo de desenho em parceria com a empresa 3Shape Dental System Software (Dinamarca) (Baba et al., 2020).

A empresa 3Shape (3shape, Inc. Dinamarca) lançou em Abril de 2021 um serviço de produção de coroas unitárias de forma completamente autónoma utilizando inteligência artificial (*Meet 3Shape Automate – World's first AI powered design service for labs*, 2021).

É ainda possível gerar um paciente digital, integrando múltiplos dados adquiridos digitalmente através de fotografias, dispositivos de leitura 3D, dados de imagens intraorais e *Cone Beam computer Tomography (CBCT)*. Isto permite planos de tratamento digitais, desenho e simulação no ecrã, modelos virtuais para a educação e melhorar a comunicação com o paciente.



Figura 2.5. Paciente virtual

A redução de erros em comparação com as abordagens convencionais, diminui o tempo necessário para o planeamento e aumenta a previsibilidade (Rekow, 2020). Com a tecnologia *digital twin* é criado um paciente virtual (Figura 2.5) permitindo experiências e simulações virtuais que podem reduzir o risco de erros de desenho e de produção (Dobrzański & Dobrzański, 2020).

Para manter a confiança e devido à crescente procura de troca de dados, espera-se que a tecnologia *blockchain* aplicada ao sector industrial global dos cuidados de saúde ultrapasse os 500 milhões de dólares até 2022 (Hasselgren et al., 2020).

A tele saúde necessita de utilizar plataformas especificamente concebidas para tratar com segurança a informação dos pacientes e a tecnologia *cloud* poderá ajudar a armazenar a

informação. É recomendado utilizar um canal seguro para troca de resumos das consultas e referenciação a um especialista em caso de necessidade (Kunstandter, 2020).

2.2.4. Impressão 3D e novos materiais

Na indústria da saúde oral, os sistemas CAD/CAM foram introduzidos no mercado pela marca CEREC em 1987 (Ahlholm et al., 2018). Os fluxos de trabalho digitais implementados na saúde oral visam aumentar a precisão do processo de produção (Dobrzański & Dobrzański, 2020). Para a sua implementação, há necessidade de converter a informação da cavidade oral em dados digitais através de scanners extra-orais ou intra-orais. O primeiro método utiliza radiação laser, luz estruturada e tecnologias de contacto direto e a sua implementação depende da marca comercial. Nos scanners intra-orais, este último também influencia a técnica utilizada para a recolha de dados, ondas para gerar imagens de vídeo; triangulação ativa e microscopia ótica para produzir imagens estáticas; método confocal de vídeo e paralelo (Ahlholm et al., 2018). Posteriormente, software CAD que inclui desenho de sorriso, correspondência de cores, posicionamento de dentes, bibliotecas com formas de dentes e movimentos mandibulares ajudam a criar o dispositivo e facilita a comunicação entre as partes envolvidas (Rekow, 2020). Na produção aditiva (AM), existem dois níveis, um virtual, como exemplificado na Figura 2.6, e um físico.

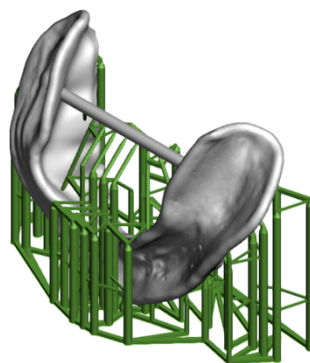


Figura 2.6. Produção aditiva, dimensão virtual

O primeiro é caracterizado pela aquisição de dados por CBCT ou digitalização seguida de processamento de dados utilizando software específico para CAD/CAM.

O nível físico ocorre quando a impressora 3D gera camada por camada o objeto físico como demonstrado na Figura 2.7 (Jockusch & Özcan, 2020).



Figura 2.7. Produção aditiva, dimensão física

Segundo a organização internacional de normalização (ISO), a AM tem sete categorias de processos: jato ligante (BJT), deposição direta de energia (DED), extrusão de material (MEX), jato de material (MJ), fusão em leito de pó (PBF), laminação de chapas (SHL) e foto polimerização em cuba (VPP). Estes processos podem ser de uma ou várias etapas, dependendo da necessidade de operações de pós-processamento como tratamento térmico ou infiltração (ISO -ASTM DIS 5290 - fabrico de aditivos - terminologia dos princípios gerais).

Neste sector, cada paciente exige uma restauração à medida e a tecnologia AM é mais vantajosa do que a produção subtrativa (SM) devido à redução de consumíveis, matérias-primas, flexibilidade de conceção e fabrico simultâneo de múltiplos dispositivos (Galante et al., 2019); (Rekow, 2020). A sua aplicação é ainda limitada aos aparelhos provisórios ou de curto prazo, uma vez que as restaurações de longo prazo/definitivas carecem de características como estabilidade mecânica e pós processamento simples (Jockusch & Özcan, 2020). Os mesmos autores reforçam que os dispositivos médicos são um tema sensível, pois o mesmo material processado em sistemas e condições diferentes podem originar diferentes resultados.

2.2.5. Sustentabilidade e economia circular

A economia circular (EC) é descrita como um modelo económico global para minimizar o consumo de recursos finitos, centrando-se na conceção inteligente de materiais, produtos e sistemas para superar o modelo de economia linear que se baseia na compra da matéria-prima, fabrico, venda, utilização e descarte. A EC baseia-se em padrões de ciclo fechado, encontrando um equilíbrio entre economia, ambiente e impacto social (Rosa et al., 2020).

Segundo Ramakrishna (2020), a tecnologia *blockchain* pode aumentar a transparência na cadeia de valor, permitir transações contratuais inteligentes e reduzir os custos dessas mesmas transações (Ramakrishna et al., 2020).

A AM é identificada como uma tecnologia importante de apoio à gestão do ciclo de vida de produtos e processos, atualização de processos de reciclagem, re-fabricação de produtos ou componentes, desenvolvimento de modelos de negócio com conceitos circulares, centrados em materiais reciclados e reutilização. Isto também é apoiado por IoT que permite novas estratégias de gestão de resíduos e criação de colaborações (Rosa et al., 2020).

Especificamente, na saúde oral, são aplicados métodos de produção subtrativos a materiais como a zircónia, levando a 30% de desperdício de material, tendo sido descritas formas de reciclagem dos resíduos gerados, reutilizando-os como matéria-prima para a joalharia, pigmentação e indústria refratária (Fera et al., 2018). Análise de *big data* apoiadas por sistemas ciber-físicos podem ajudar a encontrar simbioses industriais, avaliar potenciais vias de valor para materiais secundários, modelos empresariais inovadores para integrar estruturas e implementar práticas de fabrico inteligentes (Rosa et al., 2020).

3. Metodologia de investigação

3.1. Definição das questões de investigação

As questões centrais desta investigação pretendem ajudar a cumprir o objetivo geral de entender se a indústria 4.0 já está a ser aplicada na saúde oral e qual o impacto que pode ter. Assim pretende-se identificar oportunidades, desafios e ajudar a acrescentar valor aos profissionais do sector, académicos e investigadores.

Para conseguir atingir este objetivo serão abordadas as seguintes questões:

1. É possível utilizar tecnologias da indústria 4.0 nos laboratórios de prótese dentária?
2. Os gestores de laboratórios de prótese dentária estão a pensar implementar novas tecnologias que vão ao encontro da indústria 4.0?
3. Em que medida a dimensão da empresa tem relevância para a utilização de tecnologias da indústria 4.0?
4. A aplicação da indústria 4.0 trará benefícios para produção de dispositivos médicos feitos por medida?
5. Qual o impacto das tecnologias da indústria 4.0 para os profissionais de saúde oral?

3.2. Metodologia

Esta investigação seguiu uma metodologia qualitativa, seguindo as características de um estudo fenomenológico, pois pretende compreender um fenómeno através do ponto de vista daqueles que vivem essa experiência (Fortin, 1999). Esta metodologia apoia-se no raciocínio indutivo, na explicitação de experiências, sendo que a atenção do investigador incide sobre a realidade tal como é percebida pelos indivíduos (Fortin, 1999). O investigador tenta aproximar-se da experiência dos participantes na investigação e explicitá-la e comunicá-la da forma mais fiel possível (Benner, 1994). O método de recolha de dados utilizado foi um método indireto, através de entrevistas semiestruturadas utilizando um guião como instrumento (Quivy & Campenhoudt, 1995). Este método pode ser aplicado, pessoalmente ou remotamente, com

recurso às TIC como videoconferência ou áudio (Salmões, 2014). Segundo Fortin (1999) é necessário caracterizar a população em estudo, sendo subdividida em população alvo, aquela que o investigador quer estudar, e população acessível, aquela que está ao alcance do investigador. A amostra define-se como um subconjunto da população que são convidados a participar no estudo. O número de participantes pode variar, sendo que o número ideal é descrito como o ponto de saturação teórica quando não se obtém mais dados novos (Fortin, 1999).

Nesta investigação, a população alvo em estudo é a indústria dos laboratórios de prótese dentária. A população acessível são os gestores de laboratórios de prótese dentária e a amostra são 11 gestores de laboratórios de prótese dentária (GLPD). Neste tipo de estudo a amostra não é representativa estatisticamente, mas através da experiência e da situação em estudo.

O recrutamento dos GLPD foi feito por e-mail e contacto direto e foi possível angariar 11 participantes.

Como critérios de inclusão, o entrevistado teria de ser um gestor de um laboratório de prótese dentária em Portugal e atualmente a exercer funções. Os laboratórios em estudo pertencem à categoria de PME sendo que 2 são considerados média empresa, 2 pequena empresa e 7 microempresas.

A entrevista semiestruturada foi planeada para conseguir retirar a seguinte informação:

- Informação demográfica básica
- Prevalência das tecnologias digitais nos laboratórios
- Impacto desta tecnologia nos laboratórios
- Medidas preparatórias para a emergência destas tecnologias
- Preocupações com esta tecnologia

A recolha de dados ocorreu entre 26 de novembro de 2020 e 25 de janeiro de 2021.

Todas as entrevistas foram realizadas pela investigadora, tendo sido gravadas em suporte áudio, para posterior transcrição e consequente análise de conteúdo. O agendamento foi feito de acordo com a disponibilidade dos participantes. Foi criado juntamente com o email, um calendário com janelas horárias com a disponibilidade da investigadora. A duração mínima das entrevistas foi de 16:38 minutos e a máxima de 1:47:25 minutos. A transcrição foi realizada por ordem cronológica para suporte informático com o formato Google DOCS e com o auxílio

da ferramenta “*speech to text*” do mesmo software configurando as definições de áudio do computador para “virtual cable”.

Cada entrevista foi codificada, tendo sido atribuída a letra G (de gestor) e um número (correspondente à ordem de realização: G1, G2, ...). Este processo foi revisto, pois, a precisão da transcrição fica aquém do aceitável, mas revelou-se uma ajuda.

Por razões éticas, foi garantido o anonimato de todos os participantes, bem como a possibilidade de se retirarem a qualquer momento. Foram realizadas 11 entrevistas pois a saturação e repetição dos dados tornou-se evidente.

A análise seguiu a metodologia proposta por Bardin (2006) com 3 fases: a pré-análise, que diz respeito à fase de organização e visa sistematizar as ideias iniciais; a exploração do material, que consiste na codificação, decomposição e enumeração; e o tratamento dos resultados obtidos, inferência e interpretação.

Após transcrição das entrevistas deu-se início à pré-análise, através da leitura de todos os documentos transcritos. Depois de várias leituras, foi possível uma pré-seleção do material mais significativo para exploração. Após a codificação, definiu-se os domínios, categorias e subcategorias. Este processo foi sofrendo reajustes e aperfeiçoamentos na tentativa de encontrar um melhor rumo para o conhecimento sobre a temática em estudo.

3.3. Apresentação, análise e discussão dos resultados

Neste subcapítulo apresentamos a caracterização demográfica dos participantes, apresentação e análise de conteúdos das entrevistas efetuadas considerando os objetivos e questões de investigação.

3.3.1. Caracterização demográfica dos participantes

Os participantes tinham entre os 31 e 55 anos de idade (média 44 anos de idade), como representado na Figura 3.1.

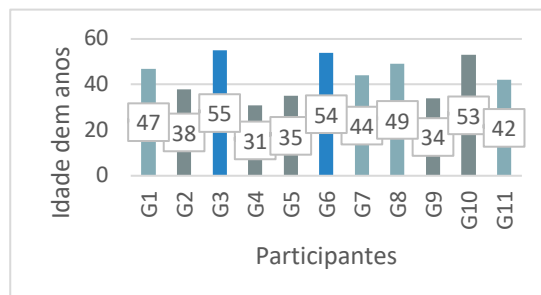


Figura 3.1. Idade dos participantes em anos

Relativamente ao género, encontra-se representado na Figura 3.2.

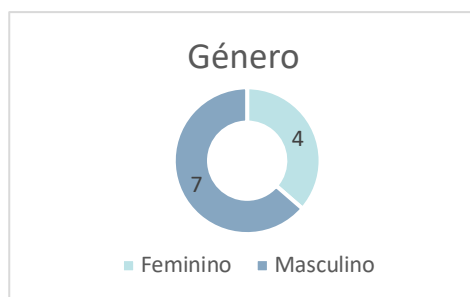


Figura 3.2. Género dos participantes

Foram abrangidos os distritos de Porto, Braga, Viseu, Lisboa, Setúbal e Faro como representado na Figura 3.3.

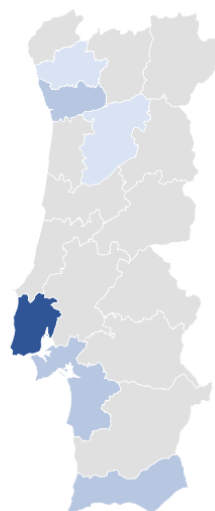


Figura 3.3. Distritos abrangidos com saturação de acordo com a incidência

Relativamente às habilitações académicas, 7 dos participantes eram licenciados em prótese dentária, 3 participantes tinham mestrado e 1 participante doutoramento como representado na Figura 3.4.

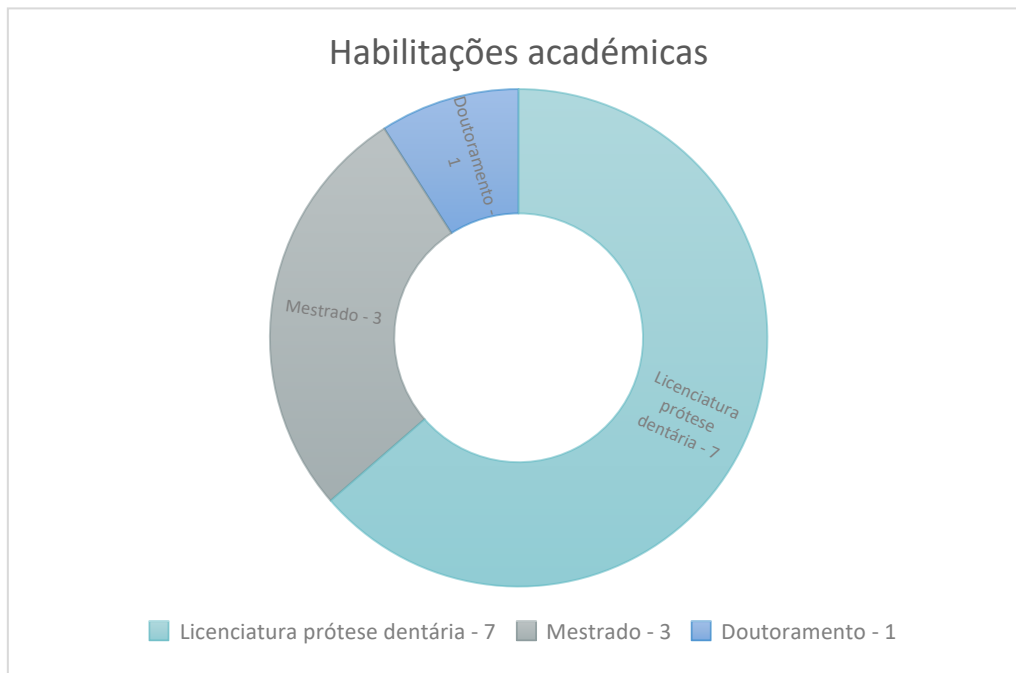


Figura 3.4. Habilitações académicas

As entrevistas foram feitas presencialmente (6), remotamente utilizando vídeo chamada (3) e chamada de voz (2) e foram acompanhadas de uma explicação prévia sobre as tecnologias da indústria 4.0, pois não são termos comumente utilizados.

O critério de inscrição consistiu em registar as respostas de cada participante e associar ao tema, obedecendo ao princípio recomendado nestes casos de exclusão mútua, não contabilizando o número de vezes que foram mencionadas por cada um dos participantes.

3.3.2. Análise dos resultados

Através da análise de conteúdo das entrevistas realizadas, emergiram, dois domínios: “Saúde Oral” e “Indústria 4.0”. O domínio “Saúde Oral”, agrega três categorias: “Profissionais”; “Dispositivos feitos por medida” e o “Paciente”. O domínio “Indústria 4.0”, agrega cinco categorias: inteligência artificial; “cloud”; “impressão 3D”, “sustentabilidade ambiental” e “blockchain”. De cada categoria resultaram 19 subcategorias, conforme apresenta a Figura 3.5.

No domínio da saúde oral, e categoria profissionais emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Subcategorias da categoria profissionais de saúde

Saúde Oral	Profissionais	Comunicação
		Planeamento
		Sustentabilidade do sector
		Contexto pandemia

A comunicação entre os profissionais de saúde oral, especificamente entre o médico dentista, o prescriptor dos dispositivos médicos feitos por medida, e o técnico de prótese dentária, o fabricante dos dispositivos, foi descrita de diferentes formas. De realçar que utilizam as tecnologias de informação e comunicação como email, WhatsApp, Zoom e Teams. Cada médico dentista tem uma preferência e isto leva a que o técnico de prótese dentária tenha que ser abrangente na tecnologia que utiliza, como se verifica nas citações:

G5: "... email para comunicação, mas também utilizamos fichas de prescrição manual..."

G9: "... depende do clínico, WhatsApp, PDF 3D, Zoom, Teams, Keynote... personalizamos de acordo com a preferência do médico pois nem todos têm a mesma forma de trabalhar..."

G11: "...gravo em HTML e envio pelo WhatsApp em casos estéticos..."

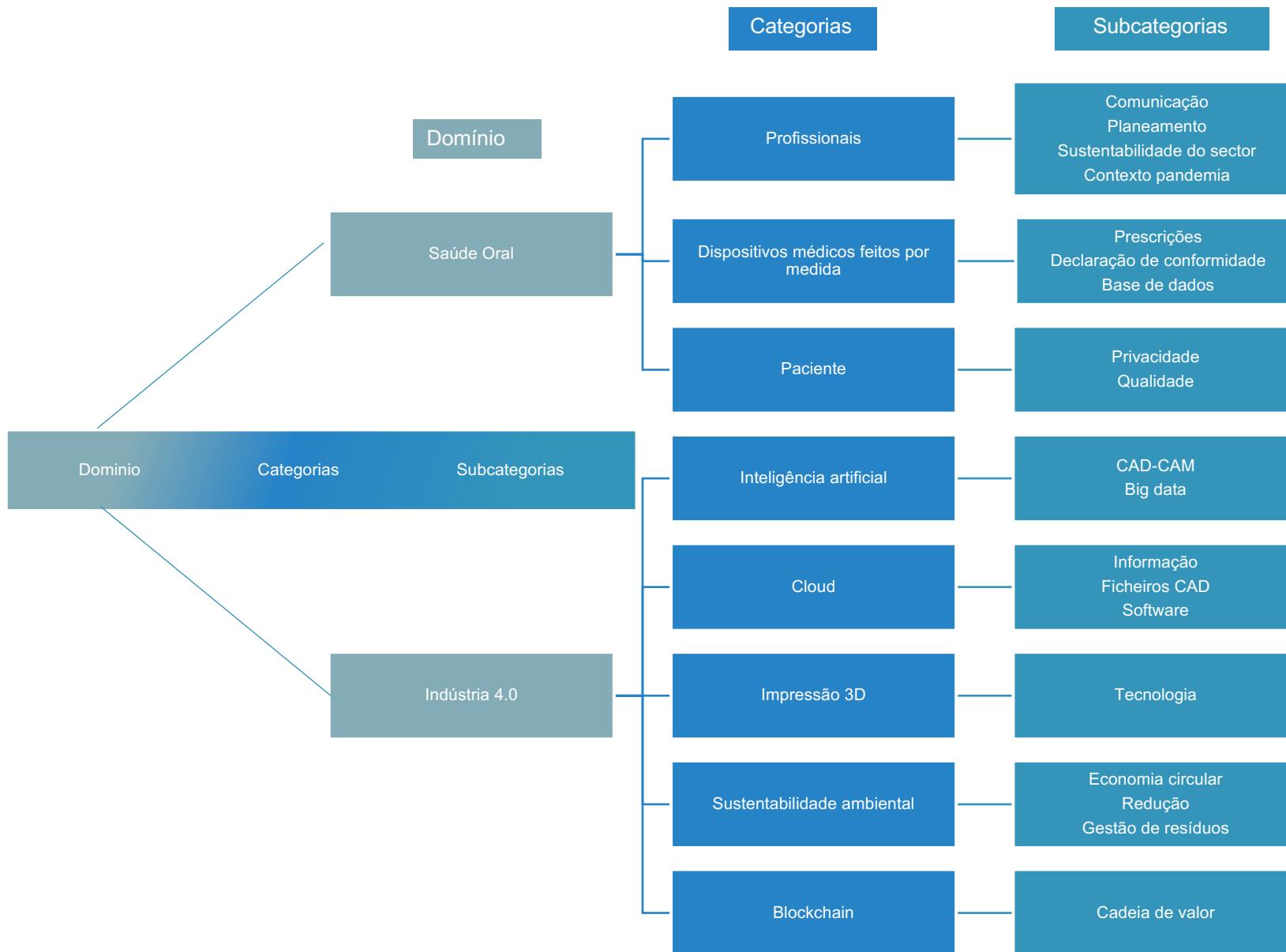


Figura 3.5. Domínios, categorias e subcategorias.

Relativamente ao planeamento dos dispositivos médicos, relevante em casos mais complexos que exige, uma tomada de decisão por parte do prescriptor, algumas empresas, nomeadamente as que têm uma dimensão maior têm espaços de trabalho digitais para discutir os casos internamente. O email continua a ser utilizado assim como outras plataformas digitais de acesso remoto a outros computadores, permitindo visualizar o projeto CAD e proceder a algumas alterações antes da produção do dispositivo.

G1: "A empresa tem um workplace que permite comunicar por chat e vídeo chamada com o paciente em cadeira..."

G10: "... utilizo email, desenhos, fotografia..."

G8: "...utilizo plataformas digitais como Anydesk..."

Atualmente, os tradicionais postos de trabalho são alvo de discussão com o aumento da utilização das tecnologias CAD/CAM. A tecnologia é considerada uma ameaça aos recursos humanos, e este tema foi abordado em uma das entrevistas, em que o G5 se intitulava gestor de um laboratório 100% digital e possuía uma experiência inversa, tendo aumentado o número de colaboradores com a digitalização dos processos.

G5: "... há pessoas que acham que a tecnologia retira postos de trabalho, mas no meu caso, sendo um laboratório 100% digital a minha equipa só tem aumentado e não reduzido..."

Tegmark, (2019) no livro *"Life 3.0"* refere que apesar da automação ser inevitável e as máquinas substituírem gradualmente as tarefas mais simples, existem também tarefas insubstituíveis que são áreas a investir como fazer parte dos planos de tratamento, tomada de decisões estratégicas e consultoria. Sendo este sector constituído por uma equipa multidisciplinar esta interação é relevante.

Desde o início do ano de 2020 que se está a viver uma crise sanitária que obrigou em períodos específicos ao confinamento geral da população. Nestes casos, os profissionais de saúde oral apenas podiam exercer a sua profissão a pacientes com condições urgentes. Esta condição alterou a dinâmica de trabalho entre profissionais e acelerou investimentos em equipamentos

que permitem reduzir o contacto, como a utilização de scanners intraorais por parte das clínicas. Foi notório também o adiamento de investimentos não essenciais e formação devido à instabilidade global como é descrito:

G1: " ... as mudanças que tinham de ser feitas acabaram por acontecer, acho que não retardou e o ritmo tem sido mantido. Mas houve maior aposta e transição para o uso de scanners intraorais."

G2: "...exigiu um ajustamento da equipa e retardou alguns investimentos..."

G9: "...os projetos que tinha para formação foram adiados..."

G11: "...tenho mais receio de investir em tecnologia e formação pela instabilidade..."

Ainda no domínio da saúde oral, e categoria dispositivos médicos feitos por medida emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Subcategorias da categoria dispositivos médicos feitos por medida

Saúde Oral	Dispositivos médicos feitos por medida	Prescrições
		Declaração de conformidade
		Base de dados

Segundo o regulamento dos dispositivos médicos, a prescrição é obrigatória para a fabricação de qualquer dispositivo médico feito por medida. Com o fluxo digital alguns equipamentos exigem o preenchimento por parte do clínico de um formulário no software e é essa informação que é enviada para o laboratório. Não é claro se este formulário é válido como prescrição e que softwares ou que meios são aceitáveis.

G2: "... de forma digital, através do software do scanner intraoral e método convencional, prescrição em papel.... alguns clientes utilizam a prescrição eletrónica. "

G9: "... o médico envia uma prescrição em papel e deve estar assinada até pela gestão de qualidade dos dispositivos médicos pois é obrigatório..."

A declaração de conformidade é obrigatória e como referido pelo participante G9, o número de trabalhos com não conformidade é bastante elevado e existe um risco para o paciente.

G9: "... cerca de 70% dos trabalhos têm não conformidades a não serem declaradas e apesar de não serem pejorativas para o trabalho, devem ser sinalizadas, pela motorização da qualidade dos materiais a longo prazo porque muitas vezes nós acabamos por ser cobaias das próprias empresas que lançam materiais ..."

As bases de dados online, quer de ficheiros 3D relativos aos dispositivos, quer de outras informações relevantes como faturação, stocks ou planeamento permite a sua consulta em qualquer hora e em qualquer lugar sendo uma vantagem apontada pelos gestores de laboratórios de prótese dentária como se verifica no discurso dos participantes:

G4: "... tenho acesso à informação em qualquer lugar ..."

G11: "... casos de repetições estão a dois clicks de distância graças à base de dados, é uma mais-valia..."

Por último no domínio da saúde oral, e na categoria paciente emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Subcategorias da categoria paciente

Saúde Oral	Paciente	Privacidade
		Qualidade

A privacidade dos pacientes é uma questão não consensual, existindo clínicas que enviam nomes dos pacientes, outras códigos e as normas dos dispositivos médicos feitos por medida permitem a atribuição de um código identificador, mas este terá que ser de fácil identificação para todos os envolvidos. Perante as afirmações dos gestores entrevistados, cada clínica e laboratório aborda esta questão arbitrariamente como descrito:

G2: *"... aplicamos a proteção de dados, existe um código de conduta e a responsabilização das pessoas e dos utilizadores dos sistemas é uma preocupação..."*

G5: *" ... assim que chega um trabalho é dado um código, independentemente da forma como venha da Clínica. Este código acompanha fotografias do modelo, tudo..."*

G8: *"... depende da clínica se vem com o nome ou não. Não se cria códigos no laboratório uma vez que é mais difícil comunicar sobre esse caso pois o clínico procura o nome..."*

G9: *"Existe a proteção de dados, mas a norma dos dispositivos médicos diz que tem de ficar o nome do paciente registado porque tem que ser emitido um certificado de conformidade em nome do paciente. Se as clínicas não nos enviam o nome do paciente, temos aqui vários problemas adjacentes: o primeiro é um certificado de não conformidade que não fica emitido pois não tem o nome do paciente, segundo, se anos mais tarde acontece alguma coisa com aquele trabalho e não está devidamente sinalizado por códigos, pode ser muito difícil encontrar o trabalho em si do paciente porque é muito mais fácil do que uma busca por nome em uma nuvem do que ir à procura de um código e eu acho que isso devia ser repensado também apesar de existir a proteção de dados..."*

O uso das ferramentas digitais, CAD/CAM que integram diferentes tecnologias levam à perceção por parte dos gestores de aumento da qualidade, precisão e padronização especialmente numa área como a implantologia como afirmado pelos participantes:

G1: *"...a tecnologia acrescenta bastante valor para o paciente..."*

G2: *"...um trabalho mais preciso..."*

G6: *"...melhora o resultado final e reduz o tempo de consulta..."*

G7: *" ... a tecnologia permite a padronização ..."*

G8: *"... a tecnologia melhora especialmente em implantologia..."*

No domínio da Indústria 4.0, e categoria inteligência artificial emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Subcategorias da categoria inteligência artificial

Indústria 4.0	Inteligência artificial	CAD-CAM
		<i>Big data</i>

Sendo que o CAD-CAM utiliza algoritmos e inteligência artificial, nomeadamente para o planeamento através de ferramentas existentes nos softwares de CAD, do posicionamento automático, através de provas virtuais, simulações e previsões dos resultados finais, os laboratórios que integram esta tecnologia utilizam inteligência artificial diariamente muitas vezes sem se aperceberem.

G3: "...utilizamos CAD/CAM..."

G4: "...através do CAD/CAM envio o ficheiro STL para o próprio analisar..."

G5: "... o meu laboratório é 100% digital..."

G8: "... usamos cada vez mais a tecnologia e faço provas digitais..."

A análise de *big data* é outra questão emergente e vários participantes utilizam esta ferramenta no apoio à decisão enquanto gestores como referido no discurso apresentado:

G1: "... todos os meses faço um apanhado geral, das diferentes secções, números, stock..."

G2: "... a prescrição eletrónica permite fazer uma análise... também o dashboard da 3shape - quantos aos scans intraorais... utilizamos estas tecnologias para gerir vários laboratórios e clínicas..."

G3: "...estamos a desenvolver um software próprio para controle da produção para a nossa empresa..."

G4: "... consigo antecipar quebras de faturação de acordo com o mercado... ... perceber se está a haver demasiado gasto de material através de médias que nós atribuímos à confeção de cada dispositivo médico..."

G9: "... controle de gestão, logística, clientes e recursos humanos..."

G6: "...faço estimativas e previsões de 6 em 6 meses..."

No domínio da Indústria 4.0, e categoria *Cloud*, emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.5. Esta tecnologia permite o armazenamento de informação, dados de diferentes origens e software de acesso remoto.

Tabela 3.5. Subcategorias da categoria *Cloud*

Indústria 4.0	<i>Cloud</i>	Informação
		Ficheiros CAD
		Software

Os entrevistados foram questionados acerca da utilização desta tecnologia e como se verifica os gestores que ainda não o fazem, têm urgência em fazê-lo e os que já utilizam descrevem a facilidade que têm de aceder à informação em qualquer lugar e a qualquer momento.

G1: "Ainda não, mas temos urgência em fazê-lo..."

G2: "... ficheiros IOS, fotografias dos pacientes e prescrições médicas são guardados na nuvem..."

G5: "... Google Drive, Dropbox e Onedrive já estamos a utilizar no laboratório para armazenar informação dos pacientes e os casos..."

G11: "Todos os documentos são digitalizados e criamos pastas no google drive, assim consigo aceder a qualquer momento e em qualquer lugar. "

A *cloud*, do ponto de vista de software CAD, dos ficheiros criados para posterior produção assistida por computador (CAM) é também tida em consideração pelos entrevistados sendo referido que têm intenção de migrar todos os dados para ambiente virtual.

G5: "Tenciono migrar tudo, inicialmente começamos com o armazenamento físico em discos externos, mas quero que em 2021 fique tudo digital."

Diferentes softwares começam também a emergir em *cloud*, um exemplo é o *Microsoft Office365* da Microsoft que permite a utilização do software Microsoft Word online através da *cloud* e não é necessário a instalação física no computador. Foi referido durante as entrevistas a utilização de software de gestão que opera dentro destes moldes, mais uma vez facilitando o acesso à informação.

G11: "...utilizo o software de gestão na cloud... ...consigo aceder à informação a partir de qualquer local..."

No domínio da Indústria 4.0, e categoria impressão 3D, emergiu a subcategoria enumerada na Tabela 3.6.

Tabela 3.6. Subcategorias da categoria impressão 3D

Indústria 4.0	Impressão 3D	Tecnologia
---------------	--------------	------------

A utilização de tecnologia aditiva, impressão 3D é uma realidade à maioria dos laboratórios e os que não utilizam ainda este modo de produção, pensam implementar brevemente. A tecnologia utilizada é *digital light processing* como referido “DLP”. Segundo Revilla-León et al., (2020), são necessários mais estudos sobre os materiais impressos e a sua precisão em contexto clínico para utilização a longo prazo.

G1, G4, G10: "ainda não, mas pensamos implementar brevemente..."

G2, G3, G5, G8, G11: "... utilizamos tecnologia DLP..."

No domínio da Indústria 4.0, categoria sustentabilidade ambiental, emergiram as subcategorias enumeradas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7. Subcategorias da categoria sustentabilidade ambiental

Indústria 4.0	Sustentabilidade ambiental	Economia circular
		Redução
		Gestão de resíduos

A questão da economia circular nos laboratórios de prótese dentária foi também assinalada pelos participantes, mas foi referido que não existem opções no mercado para colmatar essa necessidade. Foi sugerido que as empresas que vendem os consumíveis como os blocos para produção subtrativa possam criar soluções para reutilizar o desperdício existente na fabricação dos dispositivos médicos.

G1: "... desperdício dos blocos de materiais que utilizamos nas fresadoras armazenado e estou à espera de uma solução da indústria ou vendedores de materiais..."

G2: "relativamente ao titânio temos um parceiro que é produtor de dispositivos protéticos e deixo o desperdício dos blocos de titânio na fábrica... os blocos de zircónia aproveitamos para utilizar em queimas de sinterização..."

G7: "Não sabemos como tratar blocos de titânio por exemplo blocos de zircónia de como canalizar estes materiais, reciclar e acho que devia ser da responsabilidade das marcas esse abate..."

A sustentabilidade ambiental é também um tema que os entrevistados mostraram preocupação como referido:

G1: "...abandonar a prescrição em papel ..."

G4: "...as caixas são laváveis, embalagens de papel, tentamos reduzir o uso de plástico ..."

G9: " ...ao nível do merchandising tudo o que faz parte do embalamento do trabalho, antigamente utilizávamos plásticos e atualmente passamos a utilizar papel e agora as últimas encomendas que temos feito estamos a alterar todo o formato para que seja tudo de papel reciclado... os blocos de fresagem estão guardados à espera do que fazer, uma solução para serem reutilizados... "

G10: "... passa por falar ativamente com fornecedores por enviarem um componente em 3 caixas de cartão e acho isso horrível, sou muito ativa nas pequenas coisas que fazem a diferença... acho que também devíamos ter mais cuidado em não estar a pedir a peça, ser um bocadinho mais organizados nesse sentido, e tinha que ser um esforço conjunto é questão de gestão do stock, devia haver o mínimo... por vezes recebo 10 caixas por dia no laboratório..."

G11: "... tenho uma empresa que faz recolha dos resíduos, água do gesso e óxidos de alumínio... também irão colocar painéis solares no edifício e irei utilizar energia solar para abastecer o laboratório."

A gestão dos resíduos resultantes do desperdício gerado na produção dos dispositivos é tratada normalmente por empresas especializadas como descrito pelos participantes:

G2: "...os depósitos de resíduos são recolhidos e tratados: gesso, acrílicos, óxidos, e separação do lixo..."

G3: "temos uma empresa que contratamos para fazer toda a separação e recolha do lixo, como óxidos de alumínio..."

G5: "... temos uma empresa que não só faz a limpeza, mas como faz a recolha e tratamento de todo o lixo, óxidos, blocos etc..."

G9: "... é feita a recolha dos Óxidos de alumínio por uma empresa especializada."

No domínio da Indústria 4.0, categoria *blockchain*, emergiu a subcategoria enumerada na Tabela 3.8.

Tabela 3.8. Subcategorias da categoria *blockchain*

Indústria 4.0	<i>blockchain</i>	Cadeia de valor
---------------	-------------------	-----------------

A cadeia de valor de dispositivos médicos feita por medida, conjunto dos materiais e atividades para a sua produção, pode beneficiar da tecnologia *blockchain*, e isso é relatado pelos gestores entrevistados. Acima de tudo seria importante para o consumidor, o paciente, pois teria conhecimento dos materiais utilizados, os equipamentos e operadores como referiram:

G1: "...iria aumentar a transparência, seria muito bom para o consumidor ter acesso a essa informação..."

G4: "... ao nível interno já temos um rastreamento ... ao nível de conhecimento dos materiais, se são certificados ou não..."

G5: "...desde que chegou no trabalho é logo atribuído um número e uma ficha onde ficam as fotografias toda a informação que temos e além disso o que foi realizado em laboratório, ou seja: quem fez o desenho, quem colocou a fresar, quem aplicou cerâmica etc... existe uma credencial que acompanha o trabalho mesmo para o paciente ficar com essa informação..."

3.3.3. Discussão dos resultados

Após análise dos resultados é possível aferir que a saúde oral se encontra num processo de digitalização transversal às diferentes áreas nomeadamente: comunicação, planeamento, prescrições, qualidade, armazenamento de informação, privacidade e fabricação. É visível igualmente a introdução de tecnologias da indústria 4.0 gradualmente no sector. Sendo que a saúde oral rege-se por regulamentação de proteção de dados igual à saúde em geral, quando abordada as temáticas, comunicação e troca de informação emergem as questões de segurança, do ponto de vista de armazenamento, partilha e uso (Gross et al., 2019) (Schwendicke et al., 2020). Os profissionais de saúde oral devem trabalhar com foco nas necessidades da comunidade e em equipas multidisciplinares mas para tal acontecer é necessário uma abordagem diferente na educação base e contínua (Watt et al., 2019). Segundo Chen et al., (2020) o avanço tecnológico irá substituir algumas profissões mas outras irão inevitavelmente emergir exigindo uma aprendizagem contínua ao longo da vida. O grupo de trabalho “*Work of the future*” no *Massachusetts Institute of Technology* nos Estados Unidos têm desenvolvido estudos no tema trabalho inteligente e a indústria 4.0 e realçam a importância da investigação nesta área (Autor et al., 2020).

Durante a pandemia as tecnologias da indústria 4.0 tiveram um papel importante no apoio à tomada de decisão, no acesso à tele saúde, assim como a impressão 3D permitiu a produção de partes necessárias para a proteção de profissionais de saúde (Javaid et al., 2020). É importante existir o registo eletrónico dos pacientes de uma forma standard mas também garantir a confidencialidade dos mesmos (Joda et al., 2020). De forma a uniformizar os dispositivos médicos, a união europeia implementou novas normas que exigem a emissão de uma declaração de conformidade do dispositivo médico, assim como a identificação única do dispositivo (UDI) composta pelo identificador do dispositivo e um identificador de produção (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2018). A Eudamed, uma base de dados europeia com foco nos dispositivos médicos irá ter um papel fundamental na gestão dos dados e melhoria da qualidade (European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs., 2019).

Como Schwendicke et al., (2020) refere, existe o risco de viés da amostra utilizada pois os registos médicos não têm variedade uma vez que normalmente os dados são de pacientes muito doentes (dados dos hospitais) saudáveis (dados de dispositivos *wearable*) ou de pacientes com

possibilidades financeiras diferenciadas que visitam regularmente profissionais de saúde, faltando assim informação acerca de toda a população em geral. A integração de grande volume de dados numa estrutura na saúde oral irá promover um sistema de saúde inteligente e assim operar como uma ferramenta de apoio à decisão, melhorando a qualidade do cuidado prestado, aumentando a segurança e satisfação do paciente (Finkelstein et al., 2020). Espera-se que na próxima década a inteligência artificial revolucione a saúde e promova a melhoria dos serviços e a redução dos custos beneficiando o paciente, os profissionais de saúde e a sociedade em geral (Schwendicke et al., 2020).

O número de dados digitais e dados gerados por computadores tem aumentado na área da saúde e conseqüentemente na saúde oral e existe um ênfase na investigação no potencial benefício desta informação (Favaretto et al., 2020). A inteligência artificial é vista com potencialidade na assistência de correlações de doenças orais e contributos de novos conceitos de tratamento mas ainda está numa fase inicial (Joda et al., 2019). A criação do paciente digital ou virtual é também utilizada para planeamento e execução da reabilitação oral mas com a tecnologia existente ainda não é possível capturar toda a informação necessária para criar os dispositivos em uma única etapa (Vandenberghe, 2018) (Joda et al., 2018).

Segundo Favaretto et al (2020) as questões éticas mais emergentes no sector da saúde oral são relativas à privacidade do paciente que engloba o seu anonimato e a confidencialidade dos dados e não se pode subestimar a sua importância. A informação extraída pode ser utilizada para a criação de um perfil e utilizado para discriminação económica ou marketing por seguradoras (Peppet, 2014).

Devido à facilidade de utilização e compatibilidade com diferentes sistemas operativos o uso de aplicações generalistas de comunicação como o WhatsApp, que permite a partilha de texto, voz e imagem é uma ferramenta cada vez mais utilizada na área da saúde (Novoa-Parra et al., 2020). Apesar desta tecnologia ser considerada simples, barata e eficaz não são tidas em consideração questões como a segurança dos dados, consentimento e confidencialidade (Mars & Escott, 2016). A informação não deve ser armazenada em dispositivos móveis, computadores ou discos externos sem serviços de encriptação e as empresas devem ter protocolos e normas relativamente à troca de informação de forma a garantir o seu anonimato pois as aplicações ou emails utilizados no dia-a-dia com protocolos simples de segurança não estão em conformidade com o RGPD (Ponchiatti et al., 2021). Em Portugal, o grupo José de Mello Saúde que detêm a rede de hospitais CUF com clínicas de medicina dentária apesar de possuírem um sistema de segurança robusto acabaram por sofrer um ataque informático

comprometendo o acesso dos pacientes a informação como resultados aos exames realizados (Ferreira, 2018).

A utilização de tecnologia de produção aditiva, impressão 3D ou prototipagem rápida, representado na Figura 3.6 tem como benefícios a redução do tempo de produção e consequentemente os custos associados (Berli et al., 2020) assim como a capacidade de produção de geometrias complexas e diminuição do desperdício durante a produção, quando comparado com o método de produção subtrativo (Joda et al., 2020).



Figura 3.6. Dispositivo produzido através de tecnologia de impressão 3D

Um dos métodos mais utilizados e referidos pelos gestores dos laboratórios é o método de processamento direto de luz (DLP) incluído na família estereolitografia (SLA), diferenciando-se pela fonte de luz (Revilla-León, Meyer, et al., 2020).

Relativamente ao desperdício e à necessidade de soluções mais circulares e menos lineares, empresas do sector da saúde oral como a Align Technology e a Colgate, possuem programas de reciclagem dos seus dispositivos médicos ou produtos após utilização em parceria com a empresa TerraCycle® (Chasma & Cousin, 2021) (Align Technology, 2021).

Especialistas em saúde oral têm a oportunidade através da tecnologia *Cloud* de partilhar informação e assim diagnosticar e planear o tratamento mais adequado para cada paciente através do acesso à informação a partir de *smartphones*, *tablets*, ou vídeo conferência (Salagare & Prasad, 2020).

O desperdício de material gerado através do processo de produção subtrativo (Figura 3.7) de materiais utilizados na reabilitação oral, como a zircónia, pode chegar aos 80% da massa inicial do disco utilizado, pois existem partes que servem de suporte durante a fresagem ou simplesmente são reduzidas a pó durante o processo (Tao et al., 2017).

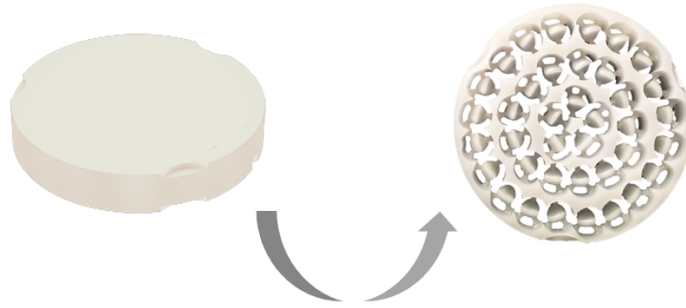


Figura 3.7. Processo de produção subtrativo

É proposto por Gouveia et al., (2017) a utilização deste desperdício como matéria prima para joalheria, pigmentos, indústria refratária, pigmentação e jato de zircónia pelas suas propriedades mecânicas, similar a ligas de metais nobres.

A tecnologia *blockchain* tem o potencial de transformar as cadeias de abastecimento pois permite o rastreamento desde a matéria prima até ao produto final através de um registo público automaticamente atualizado onde todos são notificados, aumentando a confiança e transparência das partes envolvidas (Ramakrishna et al., 2020).

A organização das operações logísticas têm um papel importante na otimização dos recursos, redução de custos e sustentabilidade, sendo que a utilização de tecnologias da indústria 4.0 tem a capacidade de tornar a logística mais inteligente e consequentemente mais verde através da redução do volume de desperdício e uma economia mais circular (Bag et al., 2020).

3.3.4. Resposta às questões de investigação

De forma a concluir este capítulo, encontram-se em seguida as respostas às questões centrais da investigação tendo em conta a recolha e interpretação de toda a informação recolhida ao longo da pesquisa.

4. É possível utilizar tecnologias da indústria 4.0 nos laboratórios de prótese dentária?

Sim, a elaboração desta dissertação comprova que atualmente já existem laboratórios de prótese dentária que utilizam tecnologias da indústria 4.0. Uma percentagem significativa da amostra utiliza software CAD que utiliza IA; o armazenamento de informação é feito na *cloud*, permitindo o acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer hora; alguns laboratórios já possuem tecnologia aditiva, impressão 3D e do ponto de vista da sustentabilidade, há uma preocupação com a gestão dos resíduos e otimização dos recursos e matéria-prima.

5. Os gestores de laboratórios de prótese dentária estão a pensar implementar novas tecnologias que vão ao encontro da indústria 4.0?

A tecnologia está muito presente nos laboratórios de prótese dentária, quer diretamente, onde os laboratórios possuem a tecnologia ou indiretamente, subcontratando os mesmos. As tecnologias mencionadas como próximas implementações, foram a impressão 3D e o armazenamento na *cloud* de informação. O atual contexto pandémico, especialmente em microempresas, retardou o investimento em tecnologia, como descrito nesta investigação, mas existe também uma maior sensibilização para a importância da tecnologia.

6. Em que medida a dimensão da empresa tem relevância para a utilização de tecnologias da indústria 4.0?

Os laboratórios em estudo, diferenciavam-se na dimensão sendo que as médias empresas demonstraram ter mais tecnologia implementada do que as pequenas e microempresas. Os custos associados ao investimento em novas tecnologias é um fator importante pois as micro e pequenas empresas têm mais dificuldade a recuperar o investimento na tecnologia. Na comunicação, as empresas com maior dimensão possuem plataformas de comunicação

de circuito fechado enquanto as mais pequenas utilizam os meios tradicionais de comunicação, comprometendo a segurança da informação.

7. A aplicação da indústria 4.0 trará benefícios para produção de dispositivos médicos feitos por medida?

Do ponto de vista da regulamentação exigida para a produção de dispositivos médicos feitos por medida, a indústria 4.0 poderá ser benéfica para os profissionais de saúde e para o paciente. O rastreamento da informação, o acesso e a possibilidade de reprodução em qualquer lugar é uma vantagem pois o paciente poderá ter o ficheiro 3D da sua restauração e em caso de necessidade de substituição utilizar esta informação. A descrição dos materiais utilizados e do processo de produção são também uma mais-valia pois poderão ser sinalizadas não conformidades no futuro.

8. Qual o impacto das tecnologias da indústria 4.0 para os profissionais de saúde oral?

Ao longo desta investigação, os GLPD mencionaram que os profissionais de saúde oral têm que adquirir conhecimento de forma contínua, especialmente em áreas tecnológicas, onde se enquadra a indústria 4.0. Como exemplo destacam a produção através de métodos aditivos, maior sustentabilidade na produção e utilização da IA. A IA poderá substituir algumas tarefas exercidas por profissionais de saúde oral, mas é importante referir que os profissionais terão a possibilidade de canalizar o seu tempo para áreas menos exploradas até então. A utilização da IoT permite o acesso a informação e dados, a qualquer hora e em qualquer local, permitindo uma maior flexibilidade nas tarefas e nos horários.

4. Conclusão

4.1. Principais conclusões

A realização desta dissertação teve como principal objetivo aferir se a indústria 4.0 tem expressão atualmente no sector da saúde oral e como as tecnologias que servem de chapéu a este conceito podem acrescentar valor ao sector.

A presente investigação surge numa altura em que a utilização de tecnologias CAD/CAM são uma realidade na maioria dos laboratórios de prótese dentária e em que novas normas da união europeia vão ser implementadas nos dispositivos médicos feitos por medida.

Sendo uma área que está atualmente a sofrer uma transição, devido à regulamentação dos dispositivos médicos feitos por medida, transversal aos países da União Europeia, fica cada vez mais claro que os laboratórios fazem parte da indústria. Estes, têm que proceder à transformação de matéria-prima de diferentes tipos para a produção de dispositivos médicos feitos por medida com altos padrões de qualidade pois poderá ter impactos negativos quer no paciente e na sociedade em geral. Deverá existir um equilíbrio entre as dimensões social, económica e ambiental, assim como, aspetos políticos e legais para garantir a sustentabilidade do sector. As empresas, independentemente da sua dimensão terão que possuir as mesmas certificações e estas exigem recursos humanos e financeiros que serão desafios para as microempresas. No estudo apresentado, as empresas com maior dimensão já possuíam plataformas de comunicação de circuito fechado enquanto as mais pequenas utilizam os meios tradicionais de comunicação.

Esta investigação permitiu assim, ilustrar a realidade de uma amostra de laboratórios de prótese dentária. Apesar da amostra ser reduzida emergiram questões relevantes como a falta de soluções para a gestão dos resíduos, a ética e privacidade na troca de informações e dados dos pacientes.

Porém, há espaço para a melhoria e sendo um tema que está na ordem do dia, os profissionais da saúde oral devem estar atentos a outros sectores pois assim como o CAD/CAM teve início em outras indústrias e posteriormente transitou para a saúde oral, certamente outras tendências como as descritas ao longo desta dissertação poderão seguir o mesmo caminho. De realçar a agilidade na partilha de informação devido à crescente expansão do acesso às tecnologias de informação e comunicação, sendo muito diferente do passado onde o acesso era limitado. O mercado é global, a competitividade é grande e é necessária a implementação de estratégia empresarial em qualquer empresa independentemente do seu tamanho. Hoje em dia, o

teletrabalho passou a fazer parte do dia-a-dia, as cidades estão a reinventar-se assim como o interior do país.

A indústria 4.0 promove a remoção das barreiras físicas, tornando possível virtualmente aceder em qualquer lugar, a qualquer hora, a qualquer pessoa ou informação. Acredito que poderemos construir um futuro mais inclusivo com menos barreiras, mais partilha e mais transparência.

A Saúde Oral 4.0 é uma área com uma equipa multidisciplinar de profissionais de áreas complementares como informática, gestão, saúde e engenharia, onde todos colaboram para a melhoria contínua dos serviços, cuidados de saúde e dispositivos médicos.

4.2 Limitações da investigação

Durante a investigação a autora desta investigação debateu-se com algumas limitações nomeadamente:

Dificuldade na definição de critérios na separação e organização dos domínios, categorias e subcategorias, pela subjetividade inerente a este tipo de estudo, pois as decisões podem variar de acordo com o investigador;

Dificuldade em angariar gestores de laboratórios disponíveis para serem entrevistados devido à falta de disponibilidade por parte dos gestores assim como a impossibilidade de deslocação física às empresas devido à situação epidemiológica vivida;

Da mesma forma que teria sido interessante visitar presencialmente os laboratórios e perceber a dimensão real do desperdício gerado e a dinâmica implementada do ponto de vista digital, mas devido às circunstâncias atuais não foi possível;

Uma vez que os temas abordados nesta investigação são pouco explorados neste sector, apesar de tentar explicar os conceitos durante as entrevistas, senti que é uma linguagem estranha e houve dificuldade nas respostas pela falta de conhecimento.

4.3 Recomendações para futuras investigações

Apesar das limitações descritas anteriormente, considera-se que os resultados obtidos permitem novas abordagens ao tema investigado como:

Investigar a responsabilização dos possíveis erros criados pela inteligência artificial aplicada aos sistemas CAD/CAM e métodos de produção assistidos por computador;

A elaboração desta investigação a outras empresas do sector da saúde oral, como clínicas de medicina dentária, para comparação e amostra mais fidedigna do sector;

Necessidade de implementação das tecnologias da Indústria 4.0 nos programas curriculares no ensino das profissões do sector da saúde oral;

Identificar as barreiras à implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no sector da Saúde Oral.

Existe a proposta de um conceito de indústria 5.0 colocando o trabalhador no centro da transformação digital (Meindl et al., 2021), e seria interessante explorar esta temática.

Referências bibliográficas

- Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129>
- Ahlholm, P., Sipilä, K., Vallittu, P., Jakonen, M., & Kotiranta, U. (2018). Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review: Digital vs. Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics. *Journal of Prosthodontics*, 27(1), 35–41. <https://doi.org/10.1111/jopr.12527>
- Align Technology. (2021). Corporate social responsibility. https://www.aligntech.com/about/corporate_social_responsibility
- Amaba, B., Clark, V., Cross, D., & McMahon, M. (2020). AI technology changing the future by enabling Manufacturing 4.0. *ISE Magazine*, April 2020, 28–35.
- Amaral, A., & Peças, P. (2021). SMEs and Industry 4.0: Two case studies of digitalization for a smoother integration. *Computers in Industry*, 125, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103333>
- Autor, D., Mindell, D., & Reynolds, E. (2020). *The Work of the Future: Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines*. Massachusetts Institute of Technology. <https://workofthefuture.mit.edu/wp-content/uploads/2021/01/2020-Final-Report4.pdf>
- Baba, N. Z., Goodacre, B. J., Goodacre, C. J., Müller, F., & Wagner, S. (2020). CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical properties: A Review of the Literature. *Journal of Prosthodontics*, jopr.13243. <https://doi.org/10.1111/jopr.13243>
- Bag, S., Yadav, G., Wood, L. C., Dhamija, P., & Joshi, S. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics. *Resources Policy*, 68, 101776. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101776>
- Bardin, L. (2006). *Análise de Conteúdo* (Edições 70).

- Benner, P. (1994). *Interpretive phenomenology: Embodiment, caring and ethics*. (Health and illness). Thousand Oaks: Sage.
- Berli, C., Thieringer, F. M., Sharma, N., Müller, J. A., Dedem, P., Fischer, J., & Rohr, N. (2020). Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022391319307048. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.10.024>
- Buchbinder, S. B., & Shanks, N. H. (2017). *Introduction to Health Care Management* (3rd edition). Jones & Barlet Learning.
- Chasma, F., & Cousin, G. (2021). Keeping teeth clean – but not at the environment’s expense. *Faculty Dental Journal*, 12, 20–22. <https://doi.org/10.1308/rcsfdj.2021.5>
- Chen, C., Loh, E.-W., Kuo, K. N., & Tam, K.-W. (2020). The Times they Are a-Changin’ – Healthcare 4.0 Is Coming! *Journal of Medical Systems*, 44(2), 40, s10916-019-1513–0. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1513-0>
- Comissão Europeia. (2016). *Para que serve o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD)?* [Text]. Comissão Europeia - European Commission. https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/reform/what-does-general-data-protection-regulation-gdpr-govern_pt
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 107617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>
- Dobrzański, L. A., & Dobrzański, L. B. (2020). Dentistry 4.0 Concept in the Design and Manufacturing of Prosthetic Dental Restorations. *Processes*, 8(5), 525. <https://doi.org/10.3390/pr8050525>
- ePortugal. (2021). *Indústrias transformadoras*. <https://eportugal.gov.pt/categorias-de-atividade/transformadoras>

- Erol, S., Jäger, A., Hold, P., Ott, K., & Sihm, W. (2016). Tangible Industry 4.0: A Scenario-Based Approach to Learning for the Future of Production. *Procedia CIRP*, 54, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>
- European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. (2018). *Ficha informativa para fabricantes de dispositivos médicos*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/88353>
- European Commission. Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. (2019). *Ficha informativa para profissionais de saúde e instituições de saúde: Alteração da legislação relativa aos dispositivos médicos : o que deve saber!* Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/60538>
- Favaretto, M., Shaw, D., De Clercq, E., Joda, T., & Elger, B. S. (2020). Big Data and Digitalization in Dentistry: A Systematic Review of the Ethical Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2495. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072495>
- FDI World Dental Federation. (2015). *The Challenge of Oral Disease – A call for global action*. [The Oral Health Atlas].
- Fera, M., Macchiaroli, R., Fruggiero, F., & Lambiase, A. (2018). A new perspective for production process analysis using additive manufacturing—Complexity vs production volume. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(1–4), 673–685. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-1221-1>
- Ferreira, R. (2018, Agosto). *O vírus informático que paralisou os hospitais CUF*. <https://www.dn.pt/edicao-do-dia/12-ago-2018/o-virus-informatico-que-paralisou-os-hospitais-cuf-9709054.html>

- Finkelstein, J., Zhang, F., Levitin, S. A., & Cappelli, D. (2020). Using big data to promote precision oral health in the context of a learning healthcare system. *Journal of Public Health Dentistry*, 80(S1). <https://doi.org/10.1111/jphd.12354>
- Fortin, M. B. (1999). *O processo de investigação*.
- Galante, R., Figueiredo-Pina, C. G., & Serro, A. P. (2019). Additive manufacturing of ceramics for dental applications: A review. *Dental Materials*, 35(6), 825–846. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.02.026>
- Gouveia, P. F., Schabbach, L. M., Souza, J. C. M., Henriques, B., Labrincha, J. A., Silva, F. S., Fredel, M. C., & Mesquita-Guimarães, J. (2017). New perspectives for recycling dental zirconia waste resulting from CAD/CAM manufacturing process. *Journal of Cleaner Production*, 152, 454–463. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.117>
- Gross, D., Gross, K., & Wilhelmy, S. (2019). Digitization in dentistry: Ethical challenges and implications. *Quintessence International*, 50(10).
- Hasselgren, A., Kravlevska, K., Gligoroski, D., Pedersen, S. A., & Faxvaag, A. (2020). Blockchain in healthcare and health sciences—A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 134, 104040. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.104040>
- INE, & PORDATA. (2021). *Empresas: Total e por dimensão*. <https://www.pordata.pt/Portugal/Empresas+total+e+por+dimens%C3%A3o-2857-246183>
- Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 419–422. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.032>

- Jayaraman, P. P., Forkan, A. R. M., Morshed, A., Haghghi, P. D., & Kang, Y. (2020). Healthcare 4.0: A review of frontiers in digital health. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, *10*(2). <https://doi.org/10.1002/widm.1350>
- Jockusch, J., & Özcan, M. (2020). Additive manufacturing of dental polymers: An overview on processes, materials and applications. *Dental Materials Journal*, *39*(3), 345–354. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-123>
- Joda, T., Bornstein, M. M., Jung, R. E., Ferrari, M., Waltimo, T., & Zitzmann, N. U. (2020). Recent Trends and Future Direction of Dental Research in the Digital Era. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(6), 1987. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061987>
- Joda, T., Waltimo, T., Probst-Hensch, N., Pauli-Magnus, C., & Zitzmann, N. U. (2019). Health Data in Dentistry: An Attempt to Master the Digital Challenge. *Public Health Genomics*, *22*(1–2), 1–7. <https://doi.org/10.1159/000501643>
- Joda, T., Wolfart, S., Reich, S., & Zitzmann, N. U. (2018). Virtual Dental Patient: How Long Until It's Here? *Current Oral Health Reports*, *5*(2), 116–120. <https://doi.org/10.1007/s40496-018-0178-y>
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A., & Kiron, D. (2015). Is Your Business Ready for a Digital Future? *MIT Sloan Management Review*. <https://sloanreview.mit.edu/article/is-your-business-ready-for-a-digital-future/>
- Krohn, S., Hampe, T., Brack, F., Wassmann, T., & Bürgers, R. (2020). Intraoral sensor-based monitoring of stabilization splint therapy in patients with myofascial pain. *International Journal of Computerized Dentistry*, *6*.
- Kunstandter, M. (2020). *3Shape Total Tech Week | Access on-demand for a limited period*. 3Shape. <https://www.3shape.com/en/totaltechweek>

- Leeson, D. (2020). The digital factory in both the modern dental lab and clinic. *Dental Materials*, 36(1), 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.10.010>
- Mars, M., & Escott, R. (2016). WhatsApp in clinical practice: A literature review. *Studies in Health Technology and Informatics*, 231, 82–90. Scopus. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-712-2-82>
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103261>
- Meet 3Shape Automate – World’s first AI powered design service for labs. (2021, April 7).
Meet 3Shape Automate – World’s first AI powered design service for labs.
<https://www.3shape.com/en/press/2021/meet-3shape-automate-worlds-first-ai-powered-design-service-for-labs>
- Meindl, B., Ayala, N. F., Mendonça, J., & Frank, A. G. (2021). The four smarts of Industry 4.0: Evolution of ten years of research and future perspectives. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120784.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120784>
- Mosconi, F. (2015). *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance* (1st Edition). Routledge.
- Novoa-Parra, C. D., Sanjuan-Cerveró, R., Rodrigo-Pérez, J. L., Montaner-Alonso, D., Franco-Ferrando, N., & Lizaur-Utrilla, A. (2020). El uso del WhatsApp® en nuestra práctica clínica: Estudio piloto. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 64(2), 120–124. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2019.09.003>
- Peppet, S. (2014). Regulating the Internet of Things: First Steps Toward Managing Discrimination, Privacy, Security, and Consent. *Texas Law Review*, 93, 85–179.
- Ponchietti, L., Muralha Antunes, N. F., Utrilla Fornals, A., Talving, P., Garcea, A., Roldón Golet, M., García Dominguez, M., & Yanez Benitez, C. (2021). Use of visual media

- in the era of European Union's General Data Protection Regulation: A practice-oriented guideline. *Cirurgía Española (English Edition)*.
<https://doi.org/10.1016/j.cireng.2021.02.005>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (1995). *Manual de investigação em ciências sociais* (4ª edição). Lisboa: Gradiva.
- Ramakrishna, S., Ngowi, A., Jager, H. D., & Awuzie, B. O. (2020). Emerging Industrial Revolution: Symbiosis of Industry 4.0 and Circular Economy: The Role of Universities. *Science, Technology and Society*, 097172182091291.
<https://doi.org/10.1177/0971721820912918>
- Rekow, E. D. (2006). The dental team. *The Journal of the American Dental Association*, 137(4), 432–434. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0197>
- Rekow, E. D. (2020). Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive? *Dental Materials*, 36(1), 9–24.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.103>
- Revilla-León, M., Fountain, J., Piedra Cascón, W., Özcan, M., & Zandinejad, A. (2019). Workflow description of additively manufactured clear silicone indexes for injected provisional restorations: A novel technique. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(3), 213–221. <https://doi.org/10.1111/jerd.12464>
- Revilla-León, M., Meyer, M. J., Zandinejad, A., & Özcan, M. (2020). Additive manufacturing technologies for processing zirconia in dental applications. *International Journal of Computerized Dentistry*, 11.
- Revilla-León, M., Sadeghpour, M., & Özcan, M. (2020). An update on applications of 3D printing technologies used for processing polymers used in implant dentistry. *Odontology*, 108(3), 331–338. <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00441-7>

- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Terzi, S. (2020). Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, *58*(6), 1662–1687.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
- Salagare, S., & Prasad, R. (2020). An Overview of Internet of Dental Things: New Frontier in Advanced Dentistry. *Wireless Personal Communications*, *110*(3), 1345–1371.
<https://doi.org/10.1007/s11277-019-06790-4>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihni, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, *52*, 161–166.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Schweitzer, G. M., Bitzer, M., & Vielhaber, M. (2021). Artificial intelligence in engineering: Evolution of virtual product development in the context of medical device industry. *Procedia CIRP*, *100*, 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.081>
- Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *Journal of Dental Research*, 002203452091571.
<https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
- Secundo, G., Riad Shams, S. M., & Nucci, F. (2021). Digital technologies and collective intelligence for healthcare ecosystem: Optimizing Internet of Things adoption for pandemic management. *Journal of Business Research*, *131*, 563–572.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.034>
- SICAE. (2021). *SICAE - Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas*. <http://www.sicae.pt/Consulta.aspx>
- Tao, J., Chen, Z., Yu, S., & Liu, Z. (2017). Integration of Life Cycle Assessment with computer-aided product development by a feature-based approach. *Journal of Cleaner Production*, *143*, 1144–1164. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.005>

- Tegmark, M. (2019). *Life 3.0: Ser-Se Humano na Era da Inteligência Artificial*. Dom Quixote.
- Thow-Yick, L., & Huu-Phuong, T. (1990). Management expert systems for competitive advantage in business. *Information & Management*, 18(4), 195–201.
[https://doi.org/10.1016/0378-7206\(90\)90040-O](https://doi.org/10.1016/0378-7206(90)90040-O)
- Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- Vandenberghe, B. (2018). The digital patient – Imaging science in dentistry. *Journal of Dentistry*, 74, S21–S26. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.019>
- Wager, K. A., Lee, F. W., & Glaser, J. P. (2017). *Health Care Information Systems—A Practical Approach for Health Care Management* (Fourth Edition). Jossey-Bass.
- Watt, R. G., Daly, B., Allison, P., Macpherson, L. M. D., Venturelli, R., Listl, S., Weyant, R. J., Mathur, M. R., Guarnizo-Herreño, C. C., Celeste, R. K., Peres, M. A., Kearns, C., & Benzian, H. (2019). Ending the neglect of global oral health: Time for radical action. *The Lancet*, 394(10194), 261–272. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31133-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31133-X)
- Weber, E. (2015). Industrie 4.0 – Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. *Wirtschaftsdienst*, 95(11), 722–723. <https://doi.org/10.1007/s10273-015-1894-8>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

APÊNDICES

APÊNDICE A – Guião entrevista semi-estruturada

1. Zona do país
2. Centro urbano ou periferia?
3. Idade do gestor
4. Género - F/M
5. Área de Formação
6. Experiência nacional e/ou internacional?
7. Laboratório ou clínica?
8. Uma localização ou várias?
9. Quantos empregados efetivos tem a sua empresa?
10. Na sua opinião a indústria 4.0 poderá ser um conceito aplicado na saúde oral?

Se não, porquê?

Se sim, como?

11. Atualmente integra tecnologias de informação e comunicação na sua empresa?
(website, redes sociais, software de gestão, computadores em rede, gestão de pacientes, plano de tratamento, agendas, comunicação interna, gestão de stock)

Se sim, como?

Se não, pensa em fazê-lo em quanto tempo?

Se não, não, porquê?

12. Utilizou serviços externos de consultoria para implementação das ferramentas digitais?
(marketing digital, informática e redes, gestão)

Se sim, quais?

Se não, como o fez?

13. Atualmente integra tecnologia de armazenamento na nuvem na sua empresa? (Google drive, Dropbox, icloud, one drive)

Se sim, como?

Se não, pensa em fazê-lo em quanto tempo?

Se não, não, porquê?

14. Atualmente faz a análise de dados na sua empresa? (analytics site, sistema gestão, previsões)

Se sim, como?

Se não, pensa em fazê-lo em quanto tempo? Se não, não, porquê?

15. Atualmente integra tecnologia de impressão 3D na sua empresa?

Se sim, qual?

Se não, pensa em fazê-lo em quanto tempo?

Se não, não, porquê?

16. A comunicação, prescrições incluídas, entre a clínica -laboratório, laboratório-clínica é feita através de meios digitais (plataforma online, email)?

Se sim, pode resumidamente descrever o processo?

Se não, pode resumidamente descrever o processo? Pensa implementar um processo digital?

17. Fotografia 2D é um protocolo na sua empresa? E 3D?

2D - Pensa implementar?

3D - Pensa implementar?

18. A proteção dos dados dos pacientes (informação pessoal, fotografias, impressões) são tidas em consideração?

Se sim, qual o protocolo?

Se não, quando pensa implementar ou não acha relevante?

19. Atualmente faz teleconsultas? No caso do laboratório - planeamento virtual?

Se sim, através de que plataforma?

Se não, em quanto tempo pensa fazer?

Se não, não, porquê?

20. Vê potencial na tecnologia blockchain aplicada na saúde oral?

Se sim, como?

Se não? Porquê?

21. O conceito digital twin (gémeo digital) é aplicado na sua prática?

Se sim, como?

Se não, em quanto tempo acha que irá aplicar? Se não, não, porquê?

22. Utilização de sensores em equipamentos ou dispositivos médicos feitos por medida é algo que utiliza?

Se sim, em quê?

Se não, pensa utilizar essa tecnologia em quanto tempo?

23. Na sua empresa existe uma preocupação com a sustentabilidade ambiental?

Se sim, em que medida?

Se não, pensa implementar algumas medidas no futuro?

24. Acha que pode ser implementado um modelo de economia circular na saúde oral?

Se sim, de que forma?

Se não, porquê?

25. Acha o seu modelo de negócio atual sustentável economicamente nos próximos 5 anos?

Se sim, justifique.

Se não, irá implementar novos produtos, serviços?

26. O seu mercado é apenas nacional?

Se sim, pensa em expandir?

Se não, onde opera? UE

27. Turismo para saúde oral é uma prática aplicada na sua empresa?

Se sim, com que países?

Se não, pensa desenvolver?

28. Que tipo de serviços subcontrata dentro das ferramentas digitais? (CBCT, IOS, Desenho 3D, enceramentos virtuais, centros de fresagem, centros de impressão)

29. Para a sua empresa, serviços baseados num conceito “do-it yourself” como em ortodontia, fazer as próprias impressões e receber alinhadores são um ameaça?

30. Qual a maior vantagem no uso da tecnologia na sua opinião?

31. Acha que a pandemia acelerou ou retardou algumas mudanças?

1. Acha que utilizar as ferramentas tecnológicas nos diferentes processos acrescenta valor para si e para o paciente?