

Internet das Coisas na Odontologia: o futuro já chegou?

Internet of Things in Dentistry: has the future arrived?

Internet de las Cosas en Odontología: ¿ha llegado el futuro?

Recebido: 24/05/2022 | Revisado: 09/06/2022 | Aceito: 10/06/2022 | Publicado: 19/06/2022

Júlio César Guimarães Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4287-3278>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: julio.guimaraes@academico.ufpb.br

Ana Beatriz de Lima Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7034-0404>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: abla@academico.ufpb.br

Ana Lidia Brasil de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5723-9982>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: ana.lidia@academico.ufpb.br

Bruno Rafael Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4780-1265>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: brunorafael-academico@outlook.com

Eduarda Gomes Onofre de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7107-6107>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: eduarda.onofre@academico.ufpb.br

Gabrieli Duarte Farias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6904-2856>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: gabrieli.duarte@academico.ufpb.br

Letícia Regina Marques Beserra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7743-6027>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: leticia.regina@academico.ufpb.br

Flávio Murilo Lemos Gondim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2327-9986>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: flavio.lemos@academico.ufpb.br

Carmem Silvia Laureano Dalle Piagge

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7999-2943>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: carmem.piagge@academico.ufpb.br

Cláudia Batista Mélo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5300-3510>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: claudia.melo@academico.ufpb.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão de literatura ao analisar a aplicabilidade da Internet das Coisas na Odontologia hodierna, discorrendo sobre os avanços previstos para o futuro, além de expor os benefícios e os entraves do uso da IoT (Internet of Things) na área. Para isso, foi realizada uma busca nas bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e IEEE Xplore, se utilizando de descritores nos campos de busca, como “internet das coisas”, “odontologia” e “saúde bucal”. De forma majoritária, todos os artigos selecionados apontam vantagens do uso da Internet das Coisas na Odontologia sobre a qualidade do atendimento ao paciente, efetivação de procedimentos odontológicos e aprimoramento das técnicas e modalidades de ensino dentro do campo da Odontologia. Além disso, as buscas realizadas, sugerem a implementação da tecnologia IoT como fator importante no acompanhamento integral mais preciso dos pacientes. Conclui-se que a aplicabilidade da Internet das Coisas na Odontologia é ampla e necessária, pois representa um importante recurso na promoção integral da saúde bucal e na construção de sistemas inteligentes focados em desenvolver o ensino-aprendizagem do cirurgião-dentista em formação.

Palavras-chave: Odontologia; Internet das coisas; Saúde bucal; Tecnologia da informação.

Abstract

The objective of this paper is to present a literature review to analyze the applicability of the Internet of Things in Dentistry today, discussing the advances predicted for the future, as well as exposing the benefits and obstacles of using IoT (Internet of Things) in the area. To this end, a search was conducted in the databases of the Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed and IEEE Xplore, using descriptors in the search fields, such as "internet das coisas", "odontologia" and "saúde bucal". Most of the selected articles point out the advantages of the use of the Internet of Things in Dentistry on the quality of patient care, effectiveness of dental procedures, and improvement of techniques and teaching modalities within the field of Dentistry. Furthermore, the searches carried out suggest the implementation of IoT technology as an important factor in the more accurate comprehensive monitoring of patients. It is concluded that the applicability of the Internet of Things in dentistry is broad and necessary, since it represents an important resource in the promotion of integral oral health and in the construction of intelligent systems focused on developing the teaching-learning of the dental surgeon in formation.

Keywords: Dentistry; Internet of things; Oral health; Information technology.

Resumen

El objetivo de este artículo es presentar una revisión bibliográfica para analizar la aplicabilidad del Internet de las Cosas en Odontología en la actualidad, discutiendo los avances que se esperan para el futuro, así como exponer los beneficios y las barreras para el uso del IoT (Internet de las Cosas) en el área. Para ello, se realizó una búsqueda en las bases de datos de la Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e IEEE Xplore, utilizando descriptores en los campos de búsqueda, como "internet das coisas", "odontologia" y "saúde bucal". En su mayoría, todos los artículos seleccionados señalan las ventajas del uso del Internet de las Cosas en Odontología sobre la calidad de la atención al paciente, la eficacia de los procedimientos odontológicos y la mejora de las técnicas y modalidades de enseñanza dentro del campo de la Odontología. Además, las búsquedas realizadas, sugieren la implementación de la tecnología IoT como un factor importante para el seguimiento integral más preciso de los pacientes. Se concluye que la aplicabilidad del Internet de las Cosas en Odontología es amplia y necesaria, ya que representa un recurso importante en la promoción integral de la salud bucal y en la construcción de sistemas inteligentes enfocados a desarrollar la enseñanza-aprendizaje del cirujano dentista en formación.

Palabras clave: Odontología; Internet de las cosas; Salud bucal; Tecnología de la información.

1. Introdução

Doenças bucais, tais como cárie dentária, doença periodontal e fluorose dentária, estão se tornando cada vez mais comuns. Quase todos os dentes, mesmo tendo um forte senso de proteção, podem vir a ser problemáticos. Em muitos casos, as doenças dentárias podem ser prevenidas, e problemas graves podem ser evitados se os dentes forem avaliados regularmente. Além disso, o monitoramento da mucosa periodontal, gengival e bucal pode desempenhar um papel significativo no estabelecimento de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, diabetes, AIDS e outros problemas (Pussinen et al., 2003; Jansson et al., 2006; Johnson, 2010). A tecnologia ligada à Odontologia surge de modo a reduzir a dor, economizar tempo e reduzir o custo para os pacientes. O sistema inteligente baseado na internet tem demonstrado grande potencial na aplicação da saúde domiciliar (Liu et al., 2020).

É nesse contexto evolutivo que surge a Internet das Coisas, ou Internet of Things (IoT), baseada em uma infraestrutura de interconexão e interação de objetos que tendem a assumir o controle de uma diversidade de ações rotineiras sem a necessidade de intervenção humana em seu comando (Santaella et al., 2013). Essa integração do mundo físico e virtual se dá por meio da coleta, processamento e análise de dados gerados por rede de sensores, atuadores, processadores e computadores conectados à internet (Laplante & Laplante, 2016; Albertin & Albertin, 2017).

Para Vermesan e Friess (2011), o termo Internet das coisas (IoT) pode ser conceitualmente definido como uma infraestrutura de rede global dinâmica baseada em protocolos de comunicação padrão e interoperáveis que atribui identidade e interface inteligente as "coisas" físicas e virtuais, integrando-as perfeitamente a redes de informações. É um conceito não muito recente, foi criado no ano de 1999 por Kevin Ashton, pesquisador britânico do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). A IoT também faz referência a habilidade que diversos tipos de objetos têm de conseguirem se conectar à internet, podendo contribuir tanto com práticas comuns do cotidiano como no âmbito profissional e organizacional da população.

A IoT pode ser utilizada em diversas áreas, todavia a área da saúde é apontada como uma das mais beneficiadas, pois

soluções IoT podem ser aplicadas com dispositivos vestíveis (*wearables*) e dispositivos presentes no domicílio (*smart home*) com o objetivo de auxiliar nos cuidados de saúde, o que possibilita o surgimento do *Ambient Assisted Living* (AAL) (Yang; Lee; Lee, 2018). Os avanços tecnológicos no ambiente da saúde apontam para a denominada “Saúde 4.0”, uma alusão a IV Revolução Industrial, onde o universo da tecnologia e da saúde se unem utilizando-se da computação em nuvem e Internet das Coisas para prover dentre outras aplicações a digitalização de dados, sobretudo de prontuários médicos, interconectividade entre máquinas e comandos, banco de dados mais eficientes, resultando em maior agilidade nas respostas médicas e maior autonomia do paciente em relação à sua saúde (Engelmann et al., 2018 apud Rosa et al., 2020).

A IoT foi um dos recursos fundamentais nos esforços relacionados à pandemia do COVID-19, já que o controle de infectados pelo vírus foi monitorado com mais precisão e os atendimentos à distância foram possibilitados de maneira mais ampla. Na Odontologia, a IoT oferece grandes benefícios, e os cirurgiões-dentistas que não a utilizam podem estar deixando de proporcionar um atendimento clínico mais preciso aos seus pacientes. Isso ocorre porque o auxílio de equipamentos inteligentes para o monitoramento pode reduzir as filas de espera e prevenir doenças bucais através do acompanhamento domiciliar (De Sá e Sousa, 2019; Carvalho et al., 2021).

O surgimento da Internet das Coisas possibilitou diversos avanços tecnológicos na saúde. Por meio de dispositivos conectados remotamente é possível reunir de modo automático uma série de informações sobre o estado de saúde do paciente, que ajudam no trabalho de diagnóstico e posterior tratamento ou prevenção (Massola & Pinto, 2018). Na Odontologia, as tentativas iniciais de melhorar a adesão às instruções de higiene bucal usaram mensagens de texto e aplicativos (App) de serviços de mensagens curtas (SMS). As intervenções se concentraram em adolescentes (principalmente pacientes ortodônticos) e, em uma revisão sistemática, resultaram em melhorias significativas nos parâmetros de higiene bucal em comparação com os controles (Toniazco et al., 2019).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura e discutir a aplicabilidade da Internet das Coisas no campo odontológico por meio da catalogação bibliográfica de outros estudos publicados.

2. Metodologia

O presente estudo é de caráter descritivo e crítico, sendo considerado uma revisão narrativa de literatura. Por possuir caráter amplo e proposto ao desenvolvimento de determinado assunto, neste caso, a aplicação da Internet das Coisas na Odontologia, foram listados alguns tópicos em formato de questionamento que podem direcionar o estudo, a saber: a) Como está estruturada a IoT e quais os benefícios do seu uso? b) Que tipos de aplicações oriundas da IoT contribuem no atendimento clínico odontológico? c) Como a IoT pode e já foi utilizada dentro do campo educacional da Odontologia?

Como primeiro passo para alcançar os objetivos desta pesquisa, foi realizada uma busca avançada nas bases de dados de artigos científicos, sendo elas: a IEEE Xplore, a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e a PubMed; dos artigos científicos originais catalogados, foram selecionados aqueles publicados no período de 2018 a 2022. A coleta específica de artigos de interesse foi mediada pelo uso de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), apresentados no Quadro 1.

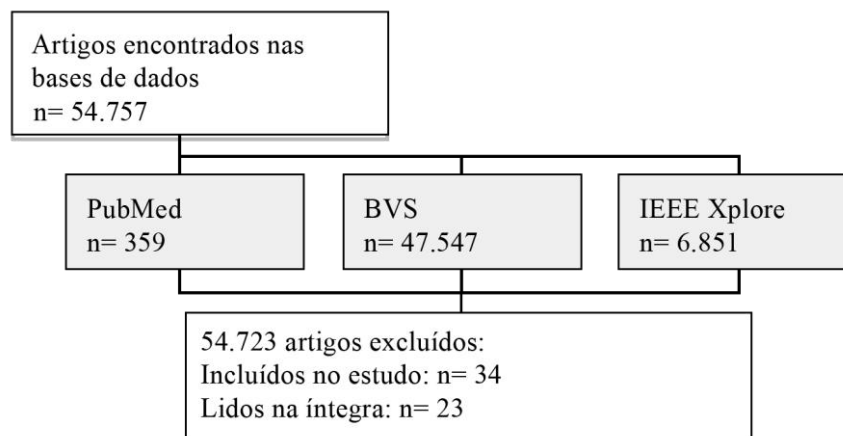
Quadro 1 – Elaboração da estratégia de busca, utilizando as perguntas norteadoras.

Etapas	Odontologia Atendimento odontológico Educação odontológica	Benefícios Aplicações	Internet das Coisas IoT
Conversão	dentistry dental care dental education	benefits applications	internet of things
Combinação	dentistry; dental services; dental treatment; dental education	health benefits; software applications	internet of things; IoT
Construção	“dental services” OR “dental treatment” OR “dental education”	“health benefits” OR “software applications”	“internet of things” OR “IoT”
Estratégia de busca	(“dentistry” OR “dental services” OR “dental treatment” OR “dental education”) AND (“health benefits” OR “software applications”) AND (“internet of things” OR “IoT”)		

Fonte: Autores (2022).

Inicialmente, o resultado da busca nas bases de dados resultou em 54757 artigos, 359 da PubMed, 47547 da BVS e 6851 da IEEE Xplore. Conforme a Figura 1, dos artigos coletados foram selecionados aqueles que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: a) ser um artigo original; b) estar nos idiomas português, inglês ou espanhol; c) terem sido publicados entre os anos de 2018 e 2022. Além destes critérios, a seleção dos artigos foi realizada de maneira estratégica e particular para que fossem incluídos os estudos mais correlacionados.

Figura 1 – Busca e seleção dos artigos nas bases de dados.



Fonte: Autores (2022).

3. Resultados e Discussão

Este estudo teve como proposta a análise da literatura a respeito das vantagens, entraves, implicações e relevância do uso da Internet das Coisas na Odontologia. Dados sobre o estudo (autores/ano); título; objetivos do estudo; resultados e conclusões principais do trabalho foram apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Informações sobre os principais estudos revisados incluídos na pesquisa.

Autores e ano	Título	Objetivo do estudo	Resultado/Conclusão
Patil <i>et al.</i> , 2018	<i>Caries Detection with the Aid of Multilinear Principal Component Analysis and Neural Network.</i>	Contribuir para um modelo de diagnóstico de cárie que solucione os problemas persistentes em amostras anteriores.	Este documento contribui com o modelo de diagnóstico de cárie para a resolução das questões prevaletentes nos esquemas anteriores correspondentes. No modelo proposto, a imagem da cárie dentária é pré-processada e sujeita a futura extração utilizando MPC. Além disso, as características extraídas são submetidas a classificação NN e as lesões de cárie são detectadas.
Torsutkanok <i>et al.</i> , 2018	<i>The Development of Smart Dental Unit.</i>	Produzir uma unidade odontológica inteligente para fins comerciais e para reduzir as importações do exterior no futuro.	Considera-se que o estudo e desenvolvimento para o protótipo da unidade dentária e sistema de visualização são a utilização de tecnologia digital para melhorar a transição da antiga unidade dentária a uma unidade dentária moderna. É fácil de usar e fácil de seguir. Também pode ser desenvolvido para fins comerciais para reduzir as importações do estrangeiro no futuro.
Kim <i>et al.</i> , 2019	<i>The Development of an IoT-Based Educational Simulator for Dental Radiography.</i>	Elaborar um simulador inteligente de exames radiológicos dentários a fim de evitar a exposição dos estudantes de odontologia à radiação durante a prática educacional.	Evitou a exposição a raios-x durante a prática de estudantes de odontologia, demonstrando ser de baixo custo e de fácil manutenção.
Singh; Kumar., 2019	<i>Improving IoT Based Architecture of Healthcare System.</i>	Apresentar uma visão geral sobre os últimos avanços tecnológicos na área da saúde com a utilização da IoT, além de propor um novo modelo de arquitetura.	Sugeriu uma ampla visão geral e enquadrou a engenharia da IoT e sua estrutura nos serviços medicinais. Foi demonstrado um design original baseado na Internet das Coisas onde se apresentou sua adaptabilidade e capacidade de adaptação às falhas internas. Também foi projetada a estrutura de sensores e como esta trabalha em um sistema de atenção à saúde.
Liu <i>et al.</i> , 2020	<i>A Smart Dental Health-IoT Platform Based on Intelligent Hardware, Deep Learning, and Mobile Terminal.</i>	Propor um dispositivo dentário inteligente a fim de explorar sua viabilidade na saúde odontológica domiciliar.	O algoritmo do dispositivo alcançou uma taxa de reconhecimento de mais de 90% para sete doenças dentárias.
Aguilar-Gálvez <i>et al.</i> , 2020	<i>Virtual learning object: An asynchronous solution for virtual learning in dentistry post COVID-19.</i>	Desenvolver e avaliar o uso de um objeto de aprendizado virtual como solução para o ensino assíncrono dos estudantes de odontologia da Universidad Científica del Sur (Lima, Peru).	Os 13 estudantes de odontologia expostos ao grupo de objetos de aprendizagem virtual (VLO) responderam corretamente 90% das perguntas avaliadas, em relação aos 12 estudantes expostos ao grupo de aula virtual síncrona que responderam corretamente 40% das mesmas perguntas avaliadas. As opiniões dos estudantes sobre a proposta VLO foram muito favoráveis em todos os itens avaliados.
Hashem <i>et al.</i> , 2020	<i>Predicting Neurological Disorders Linked to Oral Cavity Manifestations Using an IoMT-Based Optimized Neural Networks.</i>	Propor uma abordagem baseada em IoMT Intelligent Guided Particle Local Search with Optimized Neural Networks (IGPLONN) para a previsão de distúrbios neurológicos ligados à cavidade oral.	O documento avaliou o algoritmo de pesquisa local inteligente de partículas guiadas com rede neural otimizada (IGPLONN). O método sugerido atinge a precisão máxima de 98,3% em comparação com outros métodos que podem ser utilizados para descobrir relações entre as perturbações neurológicas e as imagens dentárias e cerebrais.
Tonetti <i>et al.</i> , 2020	<i>Self-reported bleeding on brushing as a predictor of bleeding on probing: Early observations from the deployment of an internet of things network of intelligent power-driven toothbrushes in a</i>	Analisar os parâmetros do sangramento gengival e adoção e retenção da tecnologia mHealth ao catalogar dados clínicos por meio do uso de escovas inteligentes mediado por dispositivos móveis.	O aplicativo foi capaz de reunir informações clinicamente relevantes, prevendo o grau de inflamação gengival observado. A implantação de sistemas de saúde mHealth parece viável e pode trazer benefícios significativos à saúde bucal.

	<i>supportive periodontal care population.</i>		
Alauddin <i>et al.</i> , 2021	<i>The Modern and Digital Transformation of Oral Health Care: A Mini Review.</i>	Descrever a abordagem moderna e digital utilizada no cuidado da saúde bucal de forma breve.	Esta revisão do artigo narrativo destaca a digitalização recente da odontologia, que engloba avanços tecnológicos, limitações, desafios e abordagens teóricas modernas na prevenção e cuidados de saúde oral, particularmente na garantia da qualidade, eficiência e cuidados dentários estratégicos na era moderna da odontologia.
Joda <i>et al.</i> , 2021	<i>Disruptive Innovation in Dentistry: What It Is and What Could Be Next.</i>	Explorar tendências e inovações tecnológicas que possuem o potencial de revolucionar e romper a direção da pesquisa e da prática odontológica vigente.	O estudo concluiu que a Inteligência Artificial tem o potencial disruptivo de facilitar e promover a geração e o gerenciamento organizados de dados de <i>eHealth</i> . Isso pode ajudar a melhorar a precisão do diagnóstico e a eficiência do trabalho seguindo sistemas de IA totalmente automatizados e contribuir para o desenvolvimento de fluxos de trabalho odontológicos personalizados, analisando dados coletados.
Mansour <i>et al.</i> , 2021	<i>Internet of Things and Synergic Deep Learning Based Biomedical Tongue Color Image Analysis for Disease Diagnosis and Classification.</i>	Desenvolver um aparato automatizado e de profundo aprendizado sinérgico baseado na análise da coloração de línguas por imagem com foco em classificar e diagnosticar doenças.	Concebeu um novo modelo automatizado e de profundo aprendizado sinérgico habilitado pela IoT para o diagnóstico e classificação de doenças. O modelo apresentado visou determinar a existência de doenças a partir de imagens em uma gama de cores da língua. Os resultados obtidos garantiram o melhor desempenho de diagnóstico do novo modelo em relação a outros métodos comparados.
Shi, 2022	<i>Design and Implementation of IoT Data-Driven Intelligent Law Classroom Teaching System.</i>	Selecionar, integrar e desenvolver recursos de informatização sob uma perspectiva orientada por um banco de dados com um ambiente de aprendizado personalizado que compreende a escola, o ensino e as condições de aprendizagem.	O <i>LoRa IoT System</i> foi concebido a partir da plataforma IoT. O sistema demonstrou capacidade de auxiliar professores por meio da coleta de dados e do feedback das salas de aula. Permitiu também aos alunos acompanharem em tempo real o desempenho dentro da sala de aula. Apesar de ter alcançado funções básicas de um sistema interativo para a sala de aula, devido a limitações da capacidade pessoal, o sistema demonstrou requerer futuras melhorias para que sua efetiva utilização possa atingir todas as necessidades.

Fonte: Autores (2022).

A partir dos resultados dos estudos analisados, nos últimos tempos, a Internet das Coisas (IoT) e as técnicas de comunicação sem fio tornaram-se amplamente utilizadas no setor da saúde (Mansour *et al.*, 2021). De acordo com Alauddin *et al.* (2021) a Odontologia é uma parte do campo da Medicina que se beneficiou com o desenvolvimento da moderna transformação digital. A utilização da digitalização na Odontologia é útil especialmente com inúmeros desafios envolvendo múltiplas doenças bucais crônicas. Outro lado da Internet das Coisas, dessa vez relatado por Abbasy e Quesada (2017 apud Silva *et al.*, 2020) é de que a IoT pode representar uma expansão do ecossistema de aprendizado. O uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) em sala de aula, para a área de Odontologia, auxiliam no aprendizado estudantil (Bacelar *et al.*, 2021). Esses aspectos fundamentam e corroboram a importância da aplicação da Internet das Coisas tanto no campo odontológico clínico quanto educacional.

O conhecimento das novas técnicas que vêm sendo disponibilizadas aos avanços tecnológicos também se torna importante para elevar a qualidade dos tratamentos (Belo *et al.*, 2021). Para Toniazzo *et al.* (2019) intervenções clínicas odontológicas baseadas no mHealth possuem a capacidade de comunicação mais efetiva para com os pacientes. Sistemas de comunicações bidirecionais que se apoiam na IoT aprimoram o monitoramento da saúde bucal de maneira domiciliar (Tonetti *et al.*, 2020) e viabilizam que simples intervenções odontológicas sejam realizadas fora do consultório. Nessa lógica, a aplicação do mHealth apoiado na arquitetura da IoT demonstra também potencializar a precisão de diagnósticos baseada na catalogação de dados da rotina do paciente e permite o funcionamento desse sistema de comunicação de duas vias.

A Internet das Coisas propicia a utilização de tecnologias de monitoramento, promoção de cuidados e uma maior adesão

aos tratamentos (Rocha et al., 2017 apud Bomfim et al., 2021) além de estimular a prática de componentes dos cursos de educação odontológica no formato a distância. Para Galvão e Puschel (2012 apud Bacelar et al., 2021), os aplicativos são recursos que devem ser aproveitados para a inclusão digital educacional. Nesse aspecto, Bacelar et al. (2021) revelam que a incorporação de ferramentas tecnológicas e digitais oferecem a possibilidade ao estudante de ter maior controle da sua própria aprendizagem, o que se reflete em um cenário desafiador para o educador, uma vez que esse deve agora saber aliar o grande potencial pedagógico destes instrumentos modernos ao papel mediador do processo de ensino-aprendizagem. Os desafios entretanto não se limitam ao professor mas, ainda em conformidade com os autores supracitados, também aos estudantes, que demonstram resistência em utilizar por exemplo os dispositivos móveis como smartphones e tablets para fins acadêmicos apesar de, paradoxalmente, passarem muito tempo acessando-os.

Em contrapartida às dificuldades enfrentadas pela implementação da IoT no ensino odontológico, de acordo com Kim et al. (2019) o uso de um simulador de radiografia dentária permite aos estudantes de Odontologia repetir com maior frequência o treino prático das técnicas radiológicas sem o risco de exposição prolongada aos raios-x. O sistema tecnológico desenvolvido para a prática radiográfica demonstra além de maior segurança, nenhuma limitação de instalação e contribui assim para a redução de gastos administrativos. Devido ao fato de reduzir os riscos da exposição à radiação, o simulador contribui para o aperfeiçoamento das habilidades dos estudantes e provê de maneira quase imediata um feedback em relação à performance de cada aluno (Kim et al., 2019). O que demonstra a capacidade de monitoramento que dispositivos ligados a rede IoT possuem além do âmbito clínico.

Para Belo et al. (2021), o desenvolvimento da tecnologia além de elevar a qualidade dos tratamentos odontológicos tem os tornado mais rápidos, efetivos e seguros. Conforme Singh & Kumar (2019) apontam, sistemas baseados na Internet das Coisas e com arquiteturas operacionais atualizadas possuem a capacidade de aperfeiçoar os trabalhos exercidos dentro do setor de atenção à saúde.

De acordo com os estudos de Liu et al. (2020), a ocorrência de doenças odontológicas pode ser bastante previsível. Entretanto, a maioria da população não tem a consciência correta do cuidado com os dentes, o que dificulta a detecção precoce e a previsão de doenças. Os mesmos autores ainda citam motivos pelo qual sistemas odontológicos domésticos são benéficos para a sociedade, uma vez que as pessoas tendem a frequentar consultórios odontológicos apenas quando têm uma doença a tratar, o que pode causar danos irreversíveis; em segundo lugar, os tratamentos odontológicos custam relativamente caro; por último, devido às características do tratamento eletivo, é difícil obter tratamento em tempo hábil. Com base no que foi mencionado, uma tendência promissora na área da saúde é transferir os controles médicos de rotina e outros serviços de saúde do hospital para o ambiente doméstico, o uso da Internet das Coisas, então, torna-se imprescindível nos avanços da saúde domiciliar.

Liu et al. (2020) propõem em seu estudo um sistema odontológico doméstico auto-assistido, totalmente automático e inteligente. O sistema combina o exame pessoal de saúde odontológica de autoatendimento e recursos odontológicos através do estudo do método de Inteligência Artificial para expandir o escopo e a cobertura da saúde odontológica tradicional. O dispositivo consiste na aquisição de imagens dos dentes, terminal móvel, a computação local e as unidades de processamento, módulos de transmissão sem fio e terminal de exibição; a camada de aquisição de dados da imagem serve como base de toda a plataforma. As imagens dentárias usadas como base para os diagnósticos foram inicialmente etiquetadas pelo projeto do detector para 7 tipos de doenças odontológicas (cárie, doença periodontal, dente rachado, perdas de dentes, fluorose, placa e cálculo dentário), as funções do detector aqui incluem melhoria de imagem, correspondência de textura de cor, localização grosseira e classificação de doenças.

Devido a limitação dos smartphones não é possível usá-lo para a aquisição de imagens dentárias. O dispositivo inteligente de aquisição de imagem proposto no estudo é composto principalmente por um módulo de imagem e a placa de

controle que é integrado com um sensor CMOS de 1 megapixel, os LEDs de iluminação suplementar e uma lente macro para formar um módulo. Os pacientes podem escolher recursos médicos online, como pré-triagem, receber uma consulta para tratamento médico através do autosserviço de triagem odontológica inteligente, marcação, tratamento e avaliação de doenças. Com este sistema iHome dental Health-IoT, a interação entre dentistas e pacientes internados em casa pode facilmente ocorrer sob demanda ou de forma regular. A taxa de reconhecimento do algoritmo é superior a 90% para estas sete principais doenças dentárias, com a taxa de reconhecimento de placa dentária como 100%, e a taxa de reconhecimento de dentes cariados 90,1%.

4. Considerações Finais

Esta revisão narrativa foi capaz de unir estudos recentes que trouxeram avanços tecnológicos para a área odontológica de maneira geral, seja no âmbito da prática clínica ou no processo de ensino-aprendizagem. A infraestrutura da Internet das Coisas já é uma realidade dentro da área da saúde e, mais especificamente, no campo odontológico. As aplicações da IoT são diversas, se estendendo desde o primeiro contato com o paciente ao se utilizar de ferramentas como prontuários eletrônicos e armazená-los em bancos de dados multiconectados, passando pelo monitoramento domiciliar e atingindo, por fim, o desenvolvimento dos métodos e técnicas para a formação do cirurgião-dentista.

A Internet das Coisas ainda tem um vasto campo para se desenvolver no âmbito da Saúde Digital. Nesse sentido, faz-se importante considerar novas pesquisas sobre o tema, envolvendo outros métodos de estudo, assim como sua aplicação prática na rotina do cirurgião-dentista a fim de identificar elementos e ideias que contribuam cada vez mais com o processo de trabalho do profissional de saúde e, principalmente, com o cuidado integral ao usuário.

Referências

- Aguilar-Gálvez, D., Noal, F. C., de Araújo, F. B., Arriola-Guillén, L. E. (2021). Virtual learning object: An asynchronous solution for virtual learning in dentistry post COVID-19. *Journal of Dental Education*, 85 (Suppl. 1), 1123–1125. <https://doi.org/10.1002/jdd.12439>
- Alauddin, M. S., Baharuddin, A. S., & Mohd Ghazali, M. I. (2021). The Modern and Digital Transformation of Oral Health Care: A Mini Review. *Healthcare*, 9(2), 118. <https://doi.org/10.3390/healthcare9020118>
- Albertin, A. L.; & Albertin, R. M. M. (2017). A internet das coisas irá muito além das coisas. *Gv-executivo*, 16(2), 12–17. <https://doi.org/10.12660/gvexec.v16n2.2017.68668>
- Bacelar, M. A., Melo Júnior, P. M. R. de., Maia, S. M. A. S., & Costa, B. M. B. (2021). Perception of Recife Dental School students about the ENDO UPE application. *Research, Society and Development*, 10(17), e138101723821. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i17.23821>
- Belo, H. D. S., Gondim, A. L. M. F., Neves, F. D. das, Traina, A. A., Riesco, M. G., Frata, K. A., Almeida Neto, L. F. de, Marcelino, K. P., & Sartori, I. A. de M. (2021). Applicability of technological development in oral rehabilitation: case report. *Research, Society and Development*, 10(1), e57010112158. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.12158>
- Bomfim, B. J. S.; Oliveira, G. A.; & Coelho, P. M. (2021). Design of an info-electronic health system integrated to a notification application for dental clinics. *Research, Society and Development*, 10(16), e83101623351. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23351>
- Carvalho, M. V. S., Motoki, E. M., & Lasthaus, A. (2021). *Desenvolvimento de um protótipo para monitorar a temperatura bucal para uso odontológico*. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Engenharia Mackenzie, 1-22. <https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29407>
- De Sá e Souza, F. N. (2019). *Internet das Coisas como ferramenta de marketing na gestão de fila de atendimento*. Anais do Encontro Nacional de Pós-Graduação, 3(1), 159-163. <https://periodicos.unisanta.br/index.php/ENPG/article/view/2116/1611>
- Hashem, M., Vellappally, S., Fouad, H., Luqman, M., & Youssef, A. E. (2020). Predicting Neurological Disorders Linked to Oral Cavity Manifestations Using an IoMT-Based Optimized Neural Networks. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 8, 190722–190733. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3027632>
- Jansson, H., Lindholm, E., Lindh, C., Groop, L., & Bratthall, G. (2006). Type 2 diabetes and risk for periodontal disease: a role for dental health awareness. *Journal of clinical periodontology*, 33(6), 408–414. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.00929.x>
- Joda, T., Yeung, A., Hung, K., Zitzmann, N. U., & Bornstein, M. M. (2021). Disruptive Innovation in Dentistry: What It Is and What Could Be Next. *Journal of dental research*, 100(5), 448–453. <https://doi.org/10.1177/0022034520978774>
- Johnson N. W. (2010). The mouth in HIV/AIDS: markers of disease status and management challenges for the dental profession. *Australian dental journal*, 55 Suppl 1, 85–102. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01203.x>

- Kim, S., Min, J., & Kim, H. (2019). The Development of an IoT-Based Educational Simulator for Dental Radiography. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 7, 12476–12483. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2891569>
- Laplante, P. A., & Laplante, N. (2016). The Internet of Things in Healthcare: Potential Applications and Challenges. *IT Professional*, 18(3), 2-4. <https://doi.org/10.1109/MITP.2016.42>
- Liu, L., Xu, J., Huan, Y., Zou, Z., Yeh, S. C., & Zheng, L. R. (2020). A Smart Dental Health-IoT Platform Based on Intelligent Hardware, Deep Learning, and Mobile Terminal. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 24(3), 898–906. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2919916>
- Mansour, R. F., Althobaiti, M. M., & Ashour, A. A. (2021). Internet of Things and Synergic Deep Learning Based Biomedical Tongue Color Image Analysis for Disease Diagnosis and Classification. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 9, 94769–94779. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3094226>
- Massola, S. C., & Pinto, G. S. (2018). O uso da Internet das Coisas (IoT) a favor da Saúde *Revista Interface Tecnológica*, 15(2), 124–137. <https://doi.org/10.31510/infa.v15i2.515>
- Patil, S., Kulkarni, V., & Bhise, A. (2018). Caries Detection with the Aid of Multilinear Principal Component Analysis and Neural Network. *Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, 272-277. <https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2018.8753002>
- Pussinen, P. J., Jousilahti, P., Alfthan, G., Palosuo, T., Asikainen, S., & Salomaa, V. (2003). Antibodies to periodontal pathogens are associated with coronary heart disease. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 23(7), 1250–1254. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000072969.71452.87>
- Santaella, L., Gala, A., Policarpo, C., & Gazoni, R. (2013). Desvelando a Internet das Coisas. *Revista GEMInIS*, 4(2), 19–32. <https://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141>
- Santos, M. M., Franco, M. L., Alves, W. M., Souza, M. C. de, Barros, G. F., & Silva, M. M. da. (2021). Internet of Things: the search for the concept and future perspectives on its applicability. *Research, Society and Development*, 10(10), e140101018504. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18504>
- Shi G. (2022). Design and Implementation of IoT Data-Driven Intelligent Law Classroom Teaching System. *Computational intelligence and neuroscience*, 8003909. <https://doi.org/10.1155/2022/8003909>
- Silva, L. G. P. da, Lemos, T. O., & Rufino, H. L. P. (2020). The impact of the Internet of Things on education: a literature review. *Research, Society and Development*, 9(9), e710997770. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7770>
- Singh, I., & Kumar, D. (2019). Improving IOT Based Architecture of Healthcare System. *4th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)*, 113–117. <https://doi.org/10.1109/ISCON47742.2019.9036287>
- Tonetti, M. S., Deng, K., Christiansen, A., Bogetti, K., Nicora, C., Thurnay, S., & Cortellini, P. (2020). Self-reported bleeding on brushing as a predictor of bleeding on probing: Early observations from the deployment of an internet of things network of intelligent power-driven toothbrushes in a supportive periodontal care population. *Journal of clinical periodontology*, 47(10), 1219–1226. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13351>
- Toniazzo, M. P., Nodari, D., Muniz, F., & Weidlich, P. (2019). Effect of mHealth in improving oral hygiene: A systematic review with meta-analysis. *Journal of clinical periodontology*, 46(3), 297–309. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13083>
- Torsutkanok, N., Thongpance, N., & Wongkamhang, A. (2018). The Development of Smart Dental Unit. *11th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BMEiCON.2018.8609925>
- Vermesan, O., & Friess, P. (2011). *Internet of Things – Global Technological and Societal Trends*. River Publishers, 316 p.
- Yang, H., Lee, W., & Lee H. (2018). IoT smart home adoption: the importance of proper level automation. *J Sensors*, 6464036, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/6464036>