



Avanços na reabilitação oral com prótese total utilizando tecnologia digital CAD-CAM

Advances in oral rehabilitation with complete dentures using CAD-CAM digital technology

Avances en la rehabilitación oral con prótesis total utilizando tecnología digital CAD-CAM

Vandré Taumaturgo de Mesquita¹, Gustavo Rodrigues Sousa², Arnaldo de França Caldas Júnior¹.

RESUMO

Objetivo: Analisar o uso de resinas acrílicas na reabilitação oral por meio de próteses removíveis totais, comparando métodos convencionais e sistemas CAD-CAM. **Revisão bibliográfica:** A introdução de tecnologias digitais como CAD-CAM está substituindo os métodos tradicionais, oferecendo processos mais rápidos e eficientes. As resinas acrílicas processadas por meio de técnicas CAD-CAM demonstram superioridade em precisão, resistência e biocompatibilidade, além de reduzir tempo clínico e aumentar a satisfação do paciente. **Considerações finais:** As resinas acrílicas produzidas por técnicas digitais mostram desempenho clínico superior em adaptação, resistência e satisfação do paciente. A tecnologia CAD-CAM melhora a precisão e a eficiência do processo de fabricação e reduz o risco de reações adversas devido à menor quantidade de monômero residual. Embora os métodos convencionais ainda sejam valorizados por sua estética e funcionalidade, a combinação de técnicas tradicionais com inovações digitais pode proporcionar o equilíbrio ideal na reabilitação oral, assegurando melhores resultados clínicos e qualidade de vida para os pacientes.

Palavras-chave: Resinas Acrílicas, Próteses Dentárias, Tecnologia CAD-CAM, Reabilitação Oral.

ABSTRACT

Objective: To analyze the use of acrylic resins in oral rehabilitation through complete removable dentures, comparing conventional methods and CAD-CAM systems. **Literature Review:** The introduction of digital technologies like CAD-CAM is replacing traditional methods, offering faster and more efficient processes. Acrylic resins processed through CAD-CAM techniques demonstrate superiority in precision, strength, and biocompatibility, in addition to reducing clinical time and increasing patient satisfaction. **Conclusions:** Acrylic resins produced by digital techniques show superior clinical performance in terms of adaptation, strength, and patient satisfaction. CAD-CAM technology improves the precision and efficiency of the manufacturing process and reduces the risk of adverse reactions due to a lower amount of residual monomer. Although conventional methods are still valued for their aesthetics and functionality, the combination of traditional techniques with digital innovations can provide the ideal balance in oral rehabilitation, ensuring better clinical outcomes and quality of life for patients.

Keywords: Acrylic Resins, Dental Prosthesis, AD-CAM Technology, Oral Rehabilitation.

RESUMEN

Objetivo: Analizar el uso de resinas acrílicas en la rehabilitación oral mediante prótesis removibles totales, comparando métodos convencionales y sistemas CAD-CAM. **Revisión de la Literatura:** El polimetilmetacrilato (PMMA) sigue siendo el material principal para las bases de prótesis removibles totales. La introducción de tecnologías digitales como CAD-CAM está reemplazando los métodos tradicionales, ofreciendo procesos más rápidos y eficientes. Las resinas acrílicas procesadas mediante técnicas CAD-CAM

¹ Programa de Pós-graduação em Odontologia (UFPE), Recife - PE.

² Centro Universitário Christus (Unichristus), Fortaleza - CE.

demuestran superioridad en precisión, resistencia y biocompatibilidad, además de reducir el tiempo clínico y aumentar la satisfacción del paciente. **Conclusiones:** Las resinas acrílicas producidas por técnicas digitales muestran rendimiento clínico superior en adaptación, resistencia y satisfacción del paciente. La tecnología CAD-CAM mejora la precisión y eficiencia del proceso de fabricación y reduce el riesgo de reacciones adversas por menor cantidad de monómero residual. Aunque los métodos convencionales aún se valoran por su estética y funcionalidad, la combinación de técnicas tradicionales con innovaciones digitales puede proporcionar equilibrio ideal en la rehabilitación oral, asegurando mejores resultados clínicos y calidad de vida para los pacientes.

Palabras clave: Resinas Acrílicas, Prótesis Dentales, Tecnología CAD-CAM, Rehabilitación Oral.

INTRODUÇÃO

As resinas acrílicas, polímeros sintéticos de composição orgânica, são amplamente utilizadas na odontologia moderna. Sua estrutura química é baseada principalmente em carbono, hidrogênio e outros elementos não metálicos (ALQUTAIBI AY, et al., 2023). O monômero predominante é o metilmetacrilato, complementado por pequenas quantidades de hidroquinona (0,006%) para estabilizar o composto durante o armazenamento (ZAFAR MS, et al., 2020). Ao ser combinado com o pó, o líquido monomérico dissolve parcialmente o polímero, formando uma massa plástica moldável (ALQUTAIBI AY, et al., 2023).

Inicialmente, as resinas acrílicas eram consideradas apenas como produtos de reações orgânicas sem aplicação prática evidente (MAYALL RE, et al., 2024). Contudo, entre 1937 e 1940, avanços tecnológicos levaram ao desenvolvimento da resina de polimetilmetacrilato (P.M.M.A.), também conhecida como resina acrílica, que revolucionou a confecção de próteses odontológicas e expandiu seu uso para diversas outras áreas (OLIVEIRA I, et al., 2023). Esses avanços foram impulsionados pela necessidade de materiais mais eficientes e duradouros para atender à crescente demanda por soluções odontológicas que oferecessem conforto e funcionalidade aos pacientes.

A evolução das resinas acrílicas ao longo do tempo trouxe melhorias significativas em suas propriedades físicas, mecânicas e biológicas, tornando-as mais acessíveis e versáteis (ZAFAR MS, 2020). Estas resinas são apreciadas por sua biocompatibilidade, ausência de sabor e odor, estabilidade dimensional, capacidade de polimento e variedade de morfologias, que permitem a obtenção de características fibrosas, borrachosas, resinosas ou rígidas após o endurecimento (LAI C, et al., 2022; ALQUTAIBI AY, et al., 2023). A capacidade de adaptar suas propriedades para diferentes necessidades clínicas faz das resinas acrílicas uma escolha ideal para diversas aplicações odontológicas.

Na odontologia, as resinas acrílicas à base de P.M.M.A. são utilizadas em uma vasta gama de aplicações, como bases de próteses, placas miorreaxantes, moldeiras individuais, padrões de fundição, próteses provisórias imediatas, coroas e dentes artificiais, reparo de próteses totais, acrilização de aparelhos ortodônticos e substituição de tecidos faciais (OLIVEIRA I, et al., 2023). A versatilidade dessas resinas permite aos dentistas oferecer soluções personalizadas para as necessidades específicas de cada paciente, contribuindo para melhores resultados clínicos.

A tecnologia CAD-CAM foi introduzida na odontologia na década de 1980, transformando a maneira como as próteses são confeccionadas. Esta tecnologia permite a digitalização da cavidade oral do paciente, criando um modelo digital que pode ser utilizado para desenhar e fabricar próteses com precisão milimétrica. O uso do CAD-CAM na confecção de próteses de resina acrílica resulta em dispositivos com melhor adaptação, menor tempo de produção e maior satisfação do paciente.

A introdução da tecnologia CAD-CAM trouxe uma revolução ao campo odontológico, permitindo a produção precisa e eficiente de restaurações fixas e próteses removíveis através de fresagem e impressão 3D (OLIVEIRA I, et al., 2021). Este método permite tanto o design direto, via escaneamento da cavidade oral, quanto o indireto, via escaneamento de impressões ou modelos, resultando em próteses digitais de alta qualidade (AHMED A, et al., 2022). A adoção do CAD-CAM também facilita a comunicação entre os

profissionais de saúde bucal e os técnicos de laboratório, assegurando que as especificações do tratamento sejam seguidas com precisão.

Além disso, o uso de tecnologias avançadas como o CAD-CAM representa uma mudança significativa no paradigma de tratamento, oferecendo aos profissionais de odontologia ferramentas mais eficientes e precisas para atender às expectativas estéticas e funcionais dos pacientes (CHI, 2021). A capacidade de produzir próteses com alta precisão e em menor tempo reforça a importância das resinas acrílicas na odontologia moderna, destacando seu papel essencial na reabilitação oral.

A sustentabilidade na produção de resinas acrílicas também tem sido uma área de interesse crescente. Métodos de produção mais ecológicos e práticas de reciclagem estão sendo explorados para reduzir o impacto ambiental desses materiais. Por exemplo, a introdução de matérias-primas biodegradáveis e técnicas de reciclagem avançadas pode contribuir para tornar a indústria mais sustentável. Além disso, pesquisas estão em andamento para desenvolver resinas acrílicas com menor emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) durante a produção e uso, o que beneficiaria tanto o meio ambiente quanto a saúde dos pacientes e profissionais (MAZUREK-POPCZYK J, et al., 2022; CERVINO G, et al., 2020).

A contínua inovação e o aprimoramento das resinas acrílicas são essenciais para atender às demandas de um campo odontológico em constante evolução. A introdução de novos materiais e técnicas promete não apenas melhorar as propriedades físicas e estéticas das próteses, mas também oferecer soluções mais personalizadas e menos invasivas para os pacientes. As resinas acrílicas, com sua combinação única de versatilidade, durabilidade e estética, continuam a ser um pilar fundamental na reabilitação oral (CERVINO G, et al., 2020).

Assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar o uso atual das resinas acrílicas na reabilitação oral, destacando seus protocolos e avaliando seus aspectos funcionais e estéticos. A investigação aborda como as resinas acrílicas, em conjunto com as tecnologias modernas, contribuem para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes, oferecendo soluções que aliam funcionalidade, durabilidade e estética.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Classificação e Propriedades das Resinas Acrílicas

As resinas acrílicas são compostas por um polímero (pó) constituído de microesferas pré-polimerizadas de polimetilmetacrilato (PMMA), que se dissolvem no monômero para formar o produto sólido (ZAFAR MS, et al., 2020). Além disso, contêm peróxido de benzoíla como iniciador da reação de polimerização, sendo fundamental respeitar a proporção de pó e líquido recomendada de 3:1 para garantir as propriedades desejadas (ALQUTAIBI AY, et al., 2023). O etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA), frequentemente adicionado como agente de ligação cruzada, melhora as características mecânicas da resina, geralmente em concentrações de 1 a 2% (ZAFAR MS, et al., 2020). Este agente possui uma estrutura semelhante ao metacrilato de metila, permitindo sua integração na cadeia polimérica (APIMANCHINDAKUL C, et al., 2022).

Métodos de Polimerização

A formação de uma rede polimérica robusta aumenta a resistência à deformação. Após a mistura dos componentes, a resina acrílica passa por um processo de polimerização, que pode ser ativado por luz, micro-ondas, ativação química ou térmica (SHEN C, et al., 2023). Estas técnicas garantem a qualidade e a estabilidade do material, adequando-o às exigências clínicas e estéticas dos procedimentos odontológicos (ASMAA N, et al., 2022). A diversidade nos métodos de polimerização permite que os profissionais escolham a técnica mais apropriada para cada situação clínica, assegurando resultados consistentes e eficazes.

Classificação das Resinas Acrílicas

Conforme a ISO (*International Organization for Standardization*) nº 1567, as resinas acrílicas são classificadas em: Tipo 1 (polímeros termopolimerizáveis), Tipo 2 (polímeros autopolimerizáveis), Tipo 3 (polímeros termoplásticos), Tipo 4 (materiais fotoativados) e Tipo 5 (materiais polimerizados por micro-ondas)

(TEMIZCI e BOZOĞULLARI, 2024). As resinas à base de PMMA devem exibir translucidez ou transparência suficientes para mimetizar os tecidos orais perdidos, além de apresentar estabilidade dimensional para suportar as demandas funcionais dos usuários (ZAFAR MS, et al., 2020; ASMAA N, et al., 2022). A classificação detalhada assegura que as resinas sejam usadas de maneira otimizada, conforme suas propriedades específicas e necessidades clínicas.

Propriedades Mecânicas e Biocompatibilidade

Propriedades mecânicas como dureza, resiliência e resistência ao desgaste são essenciais para o sucesso e longevidade das próteses, além de serem insolúveis e impermeáveis aos fluidos bucais, prevenindo odores ou sabores desagradáveis (SHEN C, et al., 2023). Adicionalmente, devem ser insípidas, inodoras, não tóxicas, não irritantes para os tecidos bucais e permitir fácil moldagem e reparos (ZAFAR MS, et al., 2020). Essas características tornam as resinas acrílicas uma escolha ideal para aplicações em odontologia, proporcionando conforto e segurança aos pacientes.

Materiais CAD-CAM e Padrões de Segurança

A biocompatibilidade dos materiais utilizados em próteses dentárias é uma consideração fundamental para garantir a segurança e o conforto dos pacientes. Pesquisas recentes têm se concentrado em desenvolver materiais que não apenas sejam duráveis e estéticos, mas também minimizem o risco de reações adversas (OLIVEIRA I, et al., 2022). Os novos materiais utilizados em tecnologias CAD-CAM são rigorosamente testados para garantir que não causem irritações ou reações alérgicas (CARRILHO MRO, et al., 2002).

Além disso, esses materiais precisam cumprir regulamentos e padrões de segurança estabelecidos por organizações internacionais, como a ISO (*International Organization for Standardization*) (ARAUJO et al., 2022). A conformidade com esses padrões assegura que os materiais sejam seguros para uso clínico e ofereçam desempenho confiável. A contínua inovação na área de materiais odontológicos promete melhorar ainda mais a biocompatibilidade e segurança das próteses dentárias, beneficiando pacientes e profissionais (OLIVEIRA I, et al., 2022).

Sustentabilidade na Odontologia

A incorporação de práticas sustentáveis no campo da odontologia pode desempenhar um papel fundamental na diminuição do impacto ambiental associado à profissão. Paralelamente, a crescente conscientização sobre a relevância da sustentabilidade entre os profissionais do setor tem incentivado a adoção mais extensa de materiais e técnicas de produção ambientalmente responsáveis. A pesquisa contínua nesta área é vital para o desenvolvimento de soluções que não apenas atendam aos critérios de eficácia clínica, mas também promovam a sustentabilidade ecológica (KHANNA; DHAIMADE, 2019).

Educação e Treinamento em Tecnologias Digitais

A introdução de novas tecnologias na odontologia, como o CAD-CAM, requer um investimento significativo em treinamento e capacitação dos profissionais. Dentistas e técnicos de laboratório precisam adquirir novas habilidades para operar os sistemas digitais e integrar essas tecnologias em sua prática clínica diária. Programas de educação continuada e workshops são essenciais para garantir que os profissionais estejam atualizados com as últimas inovações e técnicas (CHI, 2021).

Contudo, a formação acadêmica deve incorporar o ensino de tecnologias digitais desde os primeiros anos de estudo, preparando futuros profissionais para um mercado de trabalho em constante evolução. O investimento em treinamento não apenas melhora a qualidade dos tratamentos, mas também aumenta a eficiência e a satisfação dos pacientes, reforçando a importância da educação contínua na odontologia (ZITZMANN NU, et al., 2020).

Desafios e Limitações do PMMA

Ao longo das décadas, o PMMA tem sido o principal material para bases de próteses. No entanto, suas propriedades mecânicas nem sempre são suficientes para suportar os esforços mastigatórios, especialmente em pacientes com baixa destreza motora, o que pode resultar em fraturas devido ao estresse mastigatório

(LAI et al., 2022). A fadiga do material, causada pela formação e propagação de microrrupturas ao longo do tempo, é uma preocupação significativa (RAGHEB N e IBRAHIM W, 2021). Esta limitação impulsiona a busca contínua por materiais que ofereçam maior durabilidade e resistência.

Impacto da Tecnologia CAD-CAM na Reabilitação Oral

A introdução da tecnologia CAD-CAM na reabilitação oral, especialmente para próteses totais removíveis, modificou significativamente o protocolo de confecção, tornando os processos mais rápidos e eficientes (OLIVEIRA I, et al., 2021). Este sistema utiliza escaneamento 3D para capturar imagens que são então utilizadas na fabricação de próteses através de fresagem ou impressão 3D (SHADY E, et al., 2021). Estudos comparativos demonstram que diferentes técnicas de construção, como a fresagem CAD-CAM, impressão 3D e resinas de base de dentadura de poliamida, apresentam variações na resistência flexural (AHMED A, et al., 2022). A utilização de CAD-CAM permite a produção de próteses com melhor adaptação e precisão, resultando em maior satisfação dos pacientes (REEM A, et al., 2022). A tecnologia digital não apenas melhora a precisão, mas também reduz significativamente o tempo necessário para a produção de próteses.

Comparação de Protocolos Clínicos

Comparar os diferentes protocolos clínicos utilizados para a confecção de próteses dentárias com resinas acrílicas tradicionais e digitais pode oferecer insights valiosos sobre as vantagens e limitações de cada abordagem. Os métodos tradicionais, embora amplamente utilizados e considerados padrão ouro, envolvem várias etapas manuais que podem ser demoradas e suscetíveis a erros humanos. Em contraste, os métodos digitais, como a fresagem CAD-CAM e a impressão 3D, oferecem maior precisão e reduzem significativamente o tempo de produção.

Estudos comparativos demonstram que próteses fabricadas digitalmente apresentam melhor adaptação, maior resistência e menor quantidade de monômero residual, resultando em menor risco de reações adversas. Além disso, a precisão dos métodos digitais melhora a satisfação dos pacientes, pois as próteses se ajustam melhor e são mais confortáveis. A análise detalhada dos protocolos clínicos pode ajudar os profissionais a escolher a abordagem mais adequada para cada caso, otimizando os resultados clínicos (HEIKAL MMA, et al., 2022).

Tendências Futuras na Reabilitação Oral

A odontologia está em constante evolução, e as tendências futuras prometem trazer inovações significativas para a reabilitação oral com próteses totais. Uma área emergente é a integração de sensores nas próteses, permitindo o monitoramento contínuo da saúde oral dos pacientes em tempo real. Essa tecnologia possibilitará intervenções preventivas e personalizadas, adaptando os cuidados às necessidades específicas de cada paciente. Além disso, a personalização baseada em genética está abrindo novas fronteiras, oferecendo soluções altamente individualizadas que atendem melhor às necessidades únicas de cada paciente. A nanotecnologia também está emergindo como uma área promissora, com potencial para aprimorar as propriedades dos materiais odontológicos, tornando-os mais duráveis, biocompatíveis e estéticos. Essas inovações não só melhorarão a qualidade dos tratamentos, mas também abrirão novas possibilidades para a prevenção e o cuidado oral, marcando o início de uma nova era na reabilitação oral (DI FIORE A e BRUNELLO G, 2022).

Considerações Éticas e sociais

A introdução de tecnologias avançadas na odontologia traz consigo importantes considerações éticas e sociais. A privacidade dos dados dos pacientes é uma preocupação, especialmente com a digitalização das informações de saúde. Garantir que os dados sejam protegidos e que o consentimento informado seja obtido de maneira adequada é fundamental para manter a confiança dos pacientes. Além disso, é importante abordar as desigualdades no acesso à tecnologia. Políticas públicas devem ser desenvolvidas para promover a equidade no acesso às inovações odontológicas, garantindo que todos os pacientes, independentemente de sua localização ou situação econômica, possam se beneficiar das tecnologias avançadas. A discussão sobre

aspectos éticos e sociais é essencial para garantir que a evolução tecnológica na odontologia seja justa e inclusiva (LIN GSS, et al., 2023)

Vantagens dos Materiais CAD-CAM

O PMMA produzido para sistemas CAD-CAM é caracterizado por um processo de polimerização sob alta pressão e calor, resultando em materiais com propriedades mecânicas superiores devido à sua estrutura mais densa e menos microporosa (CHANG YH, et al., 2021). Estudos indicam que os blocos de PMMA utilizados em dentaduras CAD/CAM apresentam propriedades mecânicas aprimoradas, contribuindo para a durabilidade e resistência das próteses (IWAKI M, et al., 2020). Este método está gradualmente substituindo o convencional, oferecendo vantagens como menor tempo clínico e maior precisão (ALSHAMRANI AA, et al., 2022). A superioridade mecânica dos materiais produzidos digitalmente é uma das principais razões para a crescente adoção dessa tecnologia.

Personalização com Tecnologia CAD-CAM

A personalização das próteses dentárias é fundamental para o sucesso dos tratamentos odontológicos. A tecnologia CAD-CAM oferece um nível de personalização inédito, permitindo a criação de próteses que se ajustam precisamente às necessidades anatômicas e estéticas de cada paciente. O processo de digitalização da cavidade oral do paciente, seguido pela fabricação digital, assegura que cada prótese seja única, proporcionando um ajuste preciso e confortável.

Além da precisão no ajuste, a tecnologia CAD-CAM traz vantagens estéticas significativas. Os dentistas podem selecionar a cor, a textura e a forma dos dentes, criando próteses que replicam com exatidão a aparência natural dos dentes. Isso é fundamental para a confiança e qualidade de vida dos pacientes, pois próteses que se assemelham e funcionam como dentes naturais podem melhorar consideravelmente a autoestima e o bem-estar (ABUALSAUD R e GAD MM, 2022; CHOCANO APC, et al., 2023; FATMA TAK, et al., 2023; FREITAS RFCP, et al., 2023; SHADY E, et al., 2021)

Desafios e Custos da Tecnologia CAD-CAM

A adoção da tecnologia CAD-CAM na odontologia representa um avanço notável em termos de precisão e eficiência. No entanto, os elevados custos iniciais de aquisição e manutenção dos equipamentos podem constituir um obstáculo para muitas clínicas e laboratórios. Apesar disso, a longo prazo, a utilização da tecnologia CAD-CAM pode oferecer uma relação custo-benefício favorável, reduzindo o tempo de produção e minimizando erros que podem resultar em retrabalhos e desperdício de materiais. Além disso, a precisão na fabricação das próteses pode diminuir a necessidade de ajustes posteriores, economizando tempo clínico e aumentando a satisfação dos pacientes (CHOCANO APC, et al., 2023; FATMA TAK, et al., 2023; SHADY E, et al., 2021).

Acessibilidade e Políticas Públicas

A acessibilidade à tecnologia CAD-CAM varia significativamente entre diferentes regiões e países, influenciada por fatores econômicos, infraestrutura tecnológica e políticas de saúde. Em países desenvolvidos, onde os recursos são mais abundantes, a adoção da tecnologia digital é mais rápida e abrangente. Em contraste, em regiões menos desenvolvidas, a disseminação dessas inovações enfrenta maiores desafios. Portanto, é de suma importância que políticas públicas e iniciativas de formação continuada sejam implementadas para garantir que os benefícios da tecnologia CAD-CAM sejam amplamente acessíveis e contribuam para a melhoria dos cuidados odontológicos em escala global (CHOCANO APC, et al., 2023; FATMA TAK, et al., 2023; SHADY E, et al., 2021).

Benefícios das Técnicas Digitais

Apesar dos altos custos iniciais dos equipamentos CAD-CAM, os benefícios como redução do tempo de tratamento e aumento do conforto do paciente tornam esta tecnologia uma escolha vantajosa (ABUALSAUD R e GAD MM, 2022). Técnicas digitais como fresagem (subtrativa) e impressão (aditiva) diferem na forma de processamento, mas ambas oferecem produtos com menor quantidade de monômero residual e maior

resistência (WEI X, et al., 2022). A menor quantidade de monômero residual é particularmente importante para minimizar o risco de reações alérgicas e outras complicações clínicas.

Impressão 3D em Odontologia

A impressão 3D com resinas fotossensíveis é uma alternativa viável e de baixo custo adequada para construções micrométricas (SHADY E, et al., 2021). Estudos mostram que as propriedades de superfície e o módulo de elasticidade das resinas de base de dentadura variam significativamente entre aquelas fresadas por CAD-CAM, impressas em 3D e moldadas por compressão, com as técnicas digitais geralmente apresentando vantagens (TAIWO TJ, 2021). Embora ainda haja poucas comparações entre as resinas acrílicas digitais e as termopolimerizáveis convencionais, as primeiras demonstram melhores propriedades laboratoriais, físicas, químicas e mecânicas (WEI X, et al., 2022). A impressão 3D se destaca por sua capacidade de criar estruturas complexas com precisão excepcional, aumentando a personalização das próteses.

Inovações em Materiais e Inteligência Artificial

A impressão 3D transformou a confecção de próteses dentárias, oferecendo novas possibilidades em termos de design e materiais. Recentemente, avanços significativos foram alcançados com a introdução de materiais biocompatíveis inovadores, que são mais duráveis e estéticos. Esses materiais permitem a produção de próteses que não apenas se ajustam perfeitamente à cavidade oral do paciente, mas também imitam com precisão a aparência natural dos dentes e gengivas. Além dos materiais, a integração de inteligência artificial no processo de design e fabricação de próteses impressas em 3D está emergindo como uma tendência promissora. Algoritmos de aprendizado de máquina podem analisar dados de escaneamentos 3D para otimizar o design das próteses, garantindo uma adaptação ainda melhor e uma personalização mais precisa. A combinação da impressão 3D com a inteligência artificial promete elevar ainda mais a qualidade e a eficiência dos tratamentos odontológicos (AHMED A, et al., 2022; CHOCANO APC, et al., 2023; FATMA TAK, et al., 2023).

Resultados Clínicos e Redução de Microrganismos

As próteses fresadas, sendo monolíticas, sofrem menos distorção durante o processamento e oferecem maior resistência flexural (FREITAS RFCP, et al., 2023). Além disso, a menor liberação de monômeros e a redução da aderência de microrganismos nas superfícies das próteses CAD-CAM resultam em melhores resultados clínicos e estruturais (MEIROWITZ A, et al., 2021). Estudos avaliaram a aderência de *Candida albicans* a resinas PMMA fresadas por CAD-CAM, impressas em 3D e polimerizadas a quente, bem como a eficácia de diferentes técnicas de desinfecção, mostrando variações significativas entre os métodos (KOUJAN A, et al., 2023). A menor adesão de microrganismos é crucial para prevenir infecções e aumentar a longevidade das próteses.

Embora as técnicas convencionais ainda sejam amplamente utilizadas e consideradas padrão ouro, especialmente devido à sua acessibilidade e protocolo clínico bem estabelecido, os métodos digitais estão ganhando espaço, proporcionando maior precisão e satisfação aos pacientes (OLIVEIRA I, et al., 2021). Avaliações abrangentes indicam que dentaduras completas fabricadas digitalmente apresentam vantagens significativas em termos de adaptação e resistência quando comparadas às fabricadas convencionalmente (MUBARAKI MQ, et al., 2022). À medida que a tecnologia avança, a adoção de técnicas digitais na prática clínica deve continuar crescendo, oferecendo alternativas mais eficientes e eficazes (FREITAS RFCP, et al., 2023). O futuro da odontologia está claramente inclinado para a digitalização, que promete resultados superiores e uma melhor experiência para os pacientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As resinas acrílicas digitais, quando combinadas com sistemas de Desenho Assistido por Computador (CAD), demonstram um desempenho clínico superior na confecção de próteses totais removíveis. Esta tecnologia proporciona maior precisão, qualidade e satisfação dos pacientes, além de melhorar a eficiência

no processo de fabricação e a adaptação dos dispositivos. Estudos recentes indicam que as próteses fabricadas digitalmente apresentam melhor ajuste, maior resistência e menor quantidade de monômero residual, resultando em menor risco de reações adversas. Embora a tecnologia CAD-CAM represente um avanço significativo em termos de precisão e eficiência, as técnicas convencionais ainda desempenham um papel importante devido à sua acessibilidade e eficácia comprovada ao longo dos anos. A combinação dos métodos tradicionais com as inovações digitais pode oferecer um equilíbrio ideal, garantindo que todos os pacientes, independentemente de suas circunstâncias, possam se beneficiar das melhorias na reabilitação oral. Continuar a explorar e desenvolver novas técnicas e materiais, especialmente em áreas como sustentabilidade e personalização genética, será essencial para avançar ainda mais este campo e proporcionar melhores resultados clínicos e qualidade de vida para os pacientes.

REFERÊNCIAS

1. ABUALSAUD R e GAD MM. Flexural Strength of CAD/CAM Denture Base Materials: Systematic Review and Meta-analysis of In-vitro Studies. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 2022(2): 160-170.
2. AHMED A, et al. Evaluation of the Effect of Different Construction Techniques of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Polyamide Denture Base Resins on Flexural Strength: An In Vitro Comparative Study. *Journal of Prosthodontics*, 2022.
3. ALQUTAIBI AY et al. Polymeric denture base materials: a review. *Polymers*, 2023; 15: 3258.
4. ALSHAMRANI AA, et al. Effect of printing layer thickness and post printing conditions on the flexural strength and hardness of a 3D-printed resin. *BioMed Research International*, 2022.
5. APIMANCHINDAKUL C, et al. Effect of reinforced self-cured acrylic resin on flexural strength. *International Journal of Dentistry*, 2022.
6. ARAÚJO LKO, et al. O uso de biomateriais em odontologia: novas perspectivas e atualizações. *Research, Society and Development*, 2022; 11(12): e343111234480. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34480>.
7. ASMAA N, et al. Color stability of heat polymerized complete dentures and 3D printed CAD/CAM dentures: a cross-over clinical study. *Journal of the Arab Society for Medical Research*, doi: 10.4103/jasmr.jasmr_20_22, 2022.
8. BATISSE C e NICOLAS E. Comparison of CAD/CAM and Conventional Denture Base Resins: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 2021.
9. CARRILHO MRO, et al.. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 2002; 16(3): 251-256. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/9375/1/medicina_dentaria_2023.pdf. Acesso em: 26 jul. 2024.
10. CERVINO, GABRIELE et al. Biological and chemo-physical features of denture resins. *Materials*, 2020; 13(15): 3350. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma13153350>. Acesso em: 26 jul. 2024.
11. CHANG YH, et al. Effect of toothbrush/dentifrice abrasion on weight variation, surface roughness, surface morphology and hardness of conventional and denture base materials. *Dental Materials Journal*, 2021; 40: 220-227.
12. CHI, JUSTIN. Digital impressions and in-office CAD/CAM: A review of best practices and what's to come. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, Jamesburg, NJ, 2021; 42(3): 140-141.
13. CHOCANO APC, et al. Evaluation of the clinical performance of dentures manufactured by computer-aided technology and conventional techniques: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2023; 129(4): 547-553.
14. DI FIORE A e BRUNELLO G. Tendências atuais e direções futuras em odontologia protética e de implantes na era digital . MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022.
15. FATMA TAK, et al. Additively manufactured CAD-CAM complete dentures with intra oral scanning and cast digitization: a controlled clinical trial. *Journal of Prosthodontics*, 2023.
16. FREITAS RFCP, et al. Physical, mechanical, and anti-biofilm formation properties of CAD-CAM milled or 3d printed denture base resins in vitro analysis. *Journal of Prosthodontics*, 2023; 32: 38-44.
17. HEIKAL MMA, et al. A study comparing patient satisfaction and retention of CAD/CAM milled complete dentures and 3D printed CAD/CAM complete dentures versus conventional complete dentures: a randomized clinical trial. *Brazilian Dental Science*, 2022; 25(1).
18. IWAKI M, et al. Mechanical properties of a polymethyl methacrylate block for CAD/CAM dentures. *Journal of Oral Science*, 2020; 62: 420-422.

19. KHANNA SS e DHAIMADE PA. Odontologia verde: uma revisão sistemática de práticas odontológicas ecológicas. *Environment, Development and Sustainability*; 21: 25.
20. KOUJAN A, et al. Evaluation of candida albicans adherence to CAD-CAM milled, 3D-printed, and heat-cured PMMA resin and efficacy of different disinfection techniques: an in vitro study. *Journal of Prosthodontics*, 2023; 32: 512–518.
21. LAI C, et al. Antibacterial and physical properties of PVM/MA copolymer-incorporated polymethyl methacrylate as a novel antimicrobial acrylic resin material. *Molecules*, 2022; 27(24): 8848.
22. LIN GSS, et al. Revolutionising dental technologies: a qualitative study on dental technicians' perceptions of Artificial intelligence integration. *BMC Oral Health*, 2023; 23(1): 690.
23. MAYALL RE, et al. Mechanical properties of conventional versus microwave-polymerized denture base acrylic resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2024; 131(6): 1250.
24. MAZUREK-POPCZYK J et al.. Evaluation of biofilm formation on acrylic resins used to fabricate dental temporary restorations with the use of 3D printing technology. *BMC Oral Health*, 2022; 22(1): 442. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-02202219-5>.
25. MEIROWITZ A, et al. Effect of denture base fabrication technique on Candida albicans adhesion in vitro. *Materials*, 2021; 14(1): 221.
26. MUBARAKI MQ, et al. Assessment of Conventionally and Digitally Fabricated Complete Dentures: A Comprehensive Review. *Materials (Basel)*, 2022; 15(11): 3868.
27. OLIVEIRA I, et al. Mechanical properties of polymethyl methacrylate as a denture base: conventional versus CAD-CAM resin - a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2021.
28. RAGHEB N e IBRAHIM W. Biting Force and chewing efficiency of Conventional and CAD/CAM complete dentures. A Cross-over Study. *Egyptian Dental Journal*, 2021; 67(4): 3323-3335.
29. REEM A, et al.. Flexural Strength of CAD/CAM Denture Base Materials: Systematic Review and Meta-analysis of In-vitro Studies. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 2022.
30. SHADY E, et al. Comparative study of maxillary denture-base retention between CAD/CAM (3D printed) and conventional fabrication techniques: a randomized clinical study. 2021.
31. SHEN C, et al.. *Phillips materiais dentários*. São Paulo: Grupo GEN, 2023.
32. TAIWO TJ. Evaluation of surface properties and elastic modulus of CAD-CAM Milled, 3D printed, and compression molded denture base resins: An in vitro study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 2021.
33. WEI X, et al. Comparative analysis of leaching residual monomer and biological effects of four types of conventional and CAD/CAM dental polymers: An in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 2022; 26(3): 2887-2898.
34. ZAFAR MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. *Polymers*, 2020; 12(10): 2299.
35. ZITZMANN NU, et al. Digital undergraduate education in dentistry: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 2020; 17(9): 3269.