

AVALIAÇÃO DA CITOTOXICIDADE DE RESINAS PARA MANUFATURA ADITIVA DE PLACAS OCLUSAIS

WILLIAM TERRA NEVES¹, PAULA FERNANDES E SILVA², MARCELO PEREIRA BROD³, NOÉLI BOSCATO⁴, ADRIANA FERNANDES DA SILVA⁵, WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – williamterraneves@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – paulafernandes.es@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – marcelopbrod@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – noeliboscato@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – adrisilvapiva@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – darosa.wlo@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As placas oclusais são dispositivos não invasivos utilizados na odontologia para tratamento de diversas condições funcionais, físicas e psicológicas. A eficácia das placas oclusais gera debates e varia dependendo do problema dental ou da condição específica a ser tratada, podendo abranger disfunção temporomandibular, proteção de dentes restaurados, apneia do sono e desgaste dental pelo bruxismo (RILEY, 2020). O bruxismo é uma condição caracterizada pelo ranger ou apertar dos dentes de forma involuntária e excessiva, especialmente durante o sono. Pode ser um hábito prejudicial que pode levar a diversos problemas dentários, como desgaste dos dentes, dores de cabeça, dores faciais e tensão na mandíbula. As placas oclusais atuam de várias maneiras para ajudar no controle do bruxismo, como amortecimento do impacto, relaxamento da musculatura e alívio da dor (BOSCATO, 2022).

Os materiais padrão para confecção de placas oclusais são feitos à base de metacrilatos ou termoplásticos, tendo um bom desempenho clínico (LUTZ, 2019). Porém esses materiais não permanecem inertes na cavidade oral e podem liberar toxinas originadas de monômeros residuais e aditivos podendo causar irritações na mucosa, inflamação gengival e perda óssea alveolar (BANDARRA, 2020) (JURÁNOVÁ, 2020). A manufatura aditiva ou impressão 3D pode ser uma alternativa para confecção de placas oclusais utilizando resinas específicas de uso intraoral, promovendo fácil e rápida reprodução em caso de fraturas, perdas ou necessidades de ajustes do dispositivo para a adaptabilidade do paciente (WEDEKIND, 2021). Além disso, promovem boa resistência mecânica e maior flexibilidade quando comparadas com outros sistemas que envolvem o uso de polimetilmetacrilato ou fresadoras (PARK, 2020).

A qualidade do produto final das impressões é dependente do material, impressora, processos de cura e pós cura. Impressoras 3D de processo de luz direta (DLP) utilizam resina líquida fotopolimerizável e a performance ideal juntamente com as propriedades mecânicas favoráveis dos produtos impressos está diretamente relacionada com o ângulo de impressão utilizado (DA SILVA, 2023). Já no processo de pós cura o material é lavado manualmente ou automaticamente com um aparelho em uma solução de álcool isopropílico e aparelhos que expõem o material a luz UV com LED ou lâmpadas xenon são utilizados para garantir a polimerização final (WULFF, 2022). Apesar das vantagens da técnica, contudo, no caso da polimerização incompleta do material e insucesso dos processos de pós cura do produto final, pode haver presença de monômeros residuais possivelmente citotóxicos (WULFF, 2022).

Dessa forma, preocupações são levantadas ao uso de resinas intraorais de manufatura aditiva em relação a sua citotoxicidade quando se há poucos dados a respeito do impacto do processo de impressão na viabilidade celular do material utilizado. Devido a isso, o objetivo desse trabalho é avaliar a citotoxicidade em fibroblastos de resinas de uso intraoral utilizadas na manufatura aditiva para confecção de placas oclusais.

2. METODOLOGIA

2.1 Confecção dos Espécimes

Foram fabricados espécimes circulares medindo 6X1 mm (n=6) das seguintes resinas para placa oclusal: Cosmos Splint (Yllor) (CS); PriZma 3D Bio Splint (MakertechLabs) (PS); Ortho Rigid (NextDent) (OR). Além disso, duas resinas foram usadas como controle comercial: resina acrílica convencional autopolimerizável (JET Clássico) (RA) e outra termopolimerizável (Triunfo Dent's) (RT). As resinas teste foram impressas em uma impressora 3D de resina DLP (Anycubic Photon Mono SE) na angulação de 45°. A pós cura foi feita em um banho automático de álcool isopropílico por 20 minutos e a cura foi feita por uma lâmpada de LED com luz ultravioleta (UV) por 1 hora. Os espécimes de resina controle comercial foram fabricadas de acordo com a instrução do fabricante e com o auxílio de matrizes pré-fabricadas.

2.2 Viabilidade Celular

O ensaio de viabilidade celular foi realizado conforme adaptação da ISO 10993 (ISO 10993-2009). O meio de cultura celular de Eagle modificado por Dulbecco (DMEM) foi utilizado suplementado com 10% de soro fetal bovino (SFB), 2% de L-glutamina, penicilina (100 U/mL) e estreptomicina (100 mg/mL). As células de fibroblastos L929 foram mantidas com DMEM e incubadas a 37°C em uma atmosfera umidificada de 5% de CO₂ em ar até a confluência celular adequada ser atingida. Posteriormente, as células foram cultivadas em placa de 96 poços (2x10⁴ células/cm²) e incubadas a 37°C em 100% de umidade, 5% de CO₂. Para cada um dos grupos, os espécimes de resina foram armazenados por 24 horas num meio de cultivo celular DMEM (1ml). Após esse período de 24 horas, o meio contendo os espécimes foi utilizado como eludato, sendo colocado em contato com as células por 24h. Transcorrido esse tempo, foi feita a avaliação da viabilidade celular com WST-1 (Roche, EUA). Após 4h de incubação a 37°C no escuro, o precipitado de azul de formazan foi extraído das mitocôndrias utilizando 200µl/poço de DMSO. A absorção a 450nm foi determinada por espectrofotômetro (Thermo Fisher Scientific, EUA).

2.3. Análise Estatística

A análise estatística foi feita com teste ANOVA Uma-Via seguido de Tukey no software Jamovi, com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A citotoxicidade dos materiais foi analisada pela detecção da viabilidade celular depois da exposição ao extrato. A citotoxicidade é inversamente proporcional ao número de células viáveis pós exposição ao material testado (Figura 1). Todas as resinas testadas apresentaram valores favoráveis de viabilidade celular. No caso das resinas de manufatura aditiva, houve proliferação dos fibroblastos e não houve diferença estatisticamente significativa de viabilidade celular entre as três marcas testadas (p>0,05). As resinas controle comercial

apresentaram valores de viabilidade estatisticamente semelhantes ao controle celular ($p>0,05$). Todas as resinas de manufatura aditiva de uso intraoral usadas nesse estudo demonstraram melhor desempenho de viabilidade celular do que as resinas convencionais autopolimerizável e termopolimerizável. A resina de manufatura aditiva Cosmos Splint (Yller) teve os melhores resultados promovendo uma viabilidade celular de 146,0%, seguido pela PriZma 3D Bio Splint (MakertechLabs) com viabilidade celular de 136,0% e pela Ortho Rigid (NextDent) com viabilidade celular de 130,6%. O material com a menor viabilidade celular analisado foi a resina acrílica autopolimerizável (JET Clássico) com uma viabilidade celular de 99,5%.

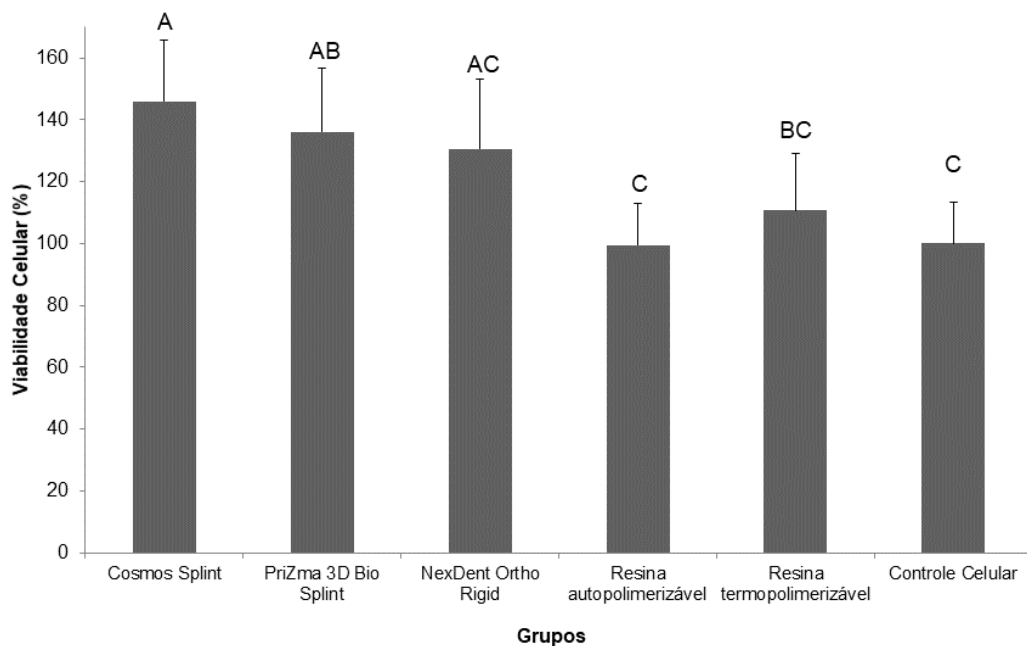


Figura 1- Resultados da Viabilidade Celular (%). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$). Estatística One-Way Anova seguido de Teste de Tukey.

Os resultados desse estudo estão de acordo com os reportados por WULFF et al. (2022), que em sua análise demonstrou que o uso de lavagem automática no álcool isopropílico, juntamente com a cura da resina feita por uma lâmpada LED de luz UV são a forma mais adequada de pós processamento para obtenção de um material mais biocompatível. Nesse caso, a lavagem manual com um pano umedecido em álcool isopropílico e a cura em luz xênon acarreta efeitos negativos para viabilidade celular, porém o ângulo de impressão aparenta não ter efeito significativo na citotoxicidade do material impresso utilizado (WULFF 2022). Nenhuma das resinas testadas nesse estudo se demonstrou citotóxica, e todas foram biocompatíveis. De acordo com a ISO 10993-5 um material só possui potencial de citotoxicidade quando a viabilidade celular é reduzida para menos de 70%. Outros ensaios que avaliem o desempenho biológico em outras linhagens celulares e *in vivo* são necessários para elucidar se o desempenho biológico das resinas para manufatura aditiva é comparável com produtos convencionalmente utilizados para confecção de placas oclusais.

4. CONCLUSÕES

As resinas de manufatura aditiva utilizadas neste estudo demonstraram desempenho similar ou superior de viabilidade celular do que as resinas convencionais autopolimerizável e termopolimerizável. Estudos futuros são necessários para elucidar qual componente presente nas resinas de manufatura aditiva auxiliou em uma maior viabilidade celular encontrada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RILEY, P. et al. Oral splints for patients with temporomandibular disorders or bruxism: a systematic review and economic evaluation. **Health Technology Assessment**, Winchester, England, v.24, n.7, p.1, 2020.

BOSCATO, Noéli et al. Is bruxism associated with changes in neural pathways? A systematic review and meta-analysis of clinical studies using neurophysiological techniques. **Brain Imaging and Behavior**, Brazil, v. 16, n. 5, p. 2268-2280, 2022.

LUTZ, Anna-Maria et al. Fracture resistance and 2-body wear of 3-dimensional–printed occlusal devices. **The Journal of prosthetic dentistry**, Germany, v. 121, n. 1, p. 166-172, 2019.

BANDARRA, Susana et al. In vitro and in silico evaluations of resin-based dental restorative material toxicity. **Clinical Oral Investigations**, Portugal, v. 24, p. 2691-2700, 2020.

JURÁŇOVÁ, Jana. Illuminating the cellular and molecular mechanism of the potential toxicity of methacrylate monomers used in biomaterials. **Drug and Chemical Toxicology**, Czech Republic, v. 43, n. 3, p. 266-278, 2020.

WEDEKIND, Lennart et al. Elution behavior of a 3D-printed, milled and conventional resin-based occlusal splint material. **Dental Materials**, Germany, v. 37, n. 4, p. 701-710, 2021.

PARK, Sang-Mo et al. Flexural strength of 3D-printing resin materials for provisional fixed dental prostheses. **Materials**, Korea, v. 13, n. 18, p. 3970, 2020.

DA SILVA, Tiago Machado et al. Photosensitive resins used in additive manufacturing for oral application in dentistry: A scoping review from lab to clinic. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, Brazil, p. 105732, 2023.

WULFF, Johann; SCHWEIKL, Helmut; ROSENTRITT, Martin. Cytotoxicity of printed resin-based splint materials. **Journal of Dentistry**, Germany, v. 120, p. 104097, 2022.