



PROCESSOS EM DESIGN 3D DE ESTRUTURAS ÓSSEAS PARA MANUFATURA ADITIVA EM SLA

¹ Daniel Rocha da Silva;

¹ Graduando em Sistemas e Mídias Digitais pela Universidade Federal do Ceará - UFC;

Área temática: Tecnologias e Inovações em Educação e Formação em Saúde

Modalidade: Comunicação Oral

E-mail dos autores: daniel.rochastt@gmail.com¹;

RESUMO

INTRODUÇÃO: A manufatura aditiva de estruturas ósseas tridimensionais têm sido amplamente adotada como uma alternativa eficiente e acessível em diversas áreas médicas e educacionais. **OBJETIVO:** Neste relato, é documentado o desenvolvimento de uma réplica de alta fidelidade do osso temporal, utilizada para simulações cirúrgicas educacionais na área da saúde. **MÉTODOS:** Foram obtidos exames radiográficos da região craniana, que passaram por otimização e conversão em modelos tridimensionais digitais adequados para manipulação. Por meio da tecnologia de manufatura aditiva SLA e resina odontológica, foram impressos vários modelos tridimensionais, buscando reproduzir fielmente a textura e composição óssea. A cada nova impressão, foram realizadas melhorias na escala, dimensionamento de áreas vazadas e estruturas internas do modelo. **RESULTADOS:** foi obtido réplica altamente fidedigna do osso temporal, capaz de simular processos cirúrgicos. O modelo atual possui orifícios e caminhos internos realistas, permitindo inclusive a inclusão de simulações de artérias e nervos, aumentando sua fidelidade à realidade. **DISCUSSÃO:** a cadeia produtiva para o desenvolvimento de réplicas morfológicas eficientes requer uma equipe especializada capaz de integrar conhecimentos de design e saúde. Essa colaboração interdisciplinar é fundamental para que profissionais médicos adquiram conhecimento em novas tecnologias e para que designers compreendam a área médica em que aplicarão seus conhecimentos. Esse processo demonstra não apenas a integração entre tecnologia e saúde, mas também a acessibilidade proporcionada por essas integrações. Apesar dos desafios técnicos, a redução de custos dos materiais e a democratização da informação em um contexto profissional integrado e globalizado abrem um vasto horizonte de inovações e possibilidades. **CONCLUSÃO:** Em conclusão, o desenvolvimento dessa réplica de alta fidelidade para simulações cirúrgicas educacionais representa uma importante aplicação das tecnologias de manufatura aditiva na área da saúde. A colaboração entre profissionais de design e saúde impulsiona a busca por conhecimento e inovação, promovendo avanços na prática médica.

Palavras-chave: (Manufatura Aditiva), (Educação), (Osso Temporal).





INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, é uma tecnologia que está revolucionando várias áreas, e a medicina é uma delas. Este processo, que possibilita a criação de objetos tridimensionais por meio da adição de material camada por camada, tem mostrado um grande potencial na fabricação de réplicas de estruturas ósseas.

Essas réplicas de alta fidelidade têm sido amplamente adotadas em diversas áreas médicas e educacionais, tanto por sua eficiência como por sua acessibilidade. Seu uso abrange desde o planejamento cirúrgico, permitindo uma análise prévia do procedimento, até a educação médica, fornecendo aos estudantes modelos reais para estudo e prática.

OBJETIVOS

O presente trabalho visa documentar o processo de criação de um modelo tridimensional digital de alta fidelidade do osso temporal. O projeto, conduzido sob orientação de profissionais da saúde, objetiva a geração de um recurso didático, fidedigno e economicamente acessível para estudantes de medicina.

Um segundo objetivo consiste no uso de manufatura aditiva na produção da peça física. Sendo a aplicação específica da tecnologia SLA, com uso da resina odontológica fotopolimerizante, um aspecto fundamental para a transição do modelo digital para o formato físico.

Outro propósito deste estudo é o desenvolvimento de um produto final acessível. A conciliação entre a produção de um modelo fiel à realidade e a viabilidade econômica é essencial para que o recurso seja amplamente utilizado em ambiente educacional.

Por fim, pretende-se ilustrar a colaboração interdisciplinar necessária neste processo, ressaltando a interseção entre o design 3D e a medicina no desenvolvimento de inovações educacionais.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do modelo tridimensional de alta fidelidade do osso temporal foi iniciado a partir da obtenção do arquivo radiográfico da região craniana. Este arquivo serviu de base para a criação e refino do modelo digital, processo realizado por meio do software 3D Slicer. Este



programa, especializado em imagiologia médica, permitiu a transformação dos dados radiográficos em um modelo digital tridimensional.

Com o modelo tridimensional em mãos, a próxima etapa foi a otimização e ajuste para alta fidelidade. Para tal, utilizou-se o software ZBrush, conhecido por suas capacidades avançadas de modelagem e escultura 3D de alta poligonagem. Nesse ponto, o modelo digital passou por refinamentos detalhados para garantir que todas as características intrínsecas do osso temporal fossem fielmente reproduzidas.

Posteriormente, o modelo otimizado foi preparado para o processo de manufatura aditiva. Nessa fase, empregou-se o software Chitubox, um fatiador slicer para impressão 3D que converteu o modelo tridimensional em instruções de impressão compatíveis com a impressora 3D. Sendo este processo é fundamental para a transição do modelo digital para o formato físico.

A manufatura aditiva foi realizada utilizando a impressora 3D Halot One da Creality. A impressora 3D utilizou resina odontológica fotopolimerizável, material escolhido por sua capacidade de replicar com precisão as propriedades do osso.

Ao fim, a peça produzida foi submetida a testes simulando procedimentos cirúrgicos. Nos quais foi permitido avaliar a fidelidade e funcionalidade do modelo, bem como realizar ajustes finais para garantir sua eficácia no ambiente educacional.

RESULTADOS

No decorrer do estudo, identificaram-se quatro resultados de relevância. O primeiro refere-se à geração de modelos tridimensionais a partir de radiografias. Este processo demonstrou uma margem de erro considerável, evidenciada pelas áreas vazadas que surgiram, exigindo ajuste manual posterior. O segundo resultado observado envolveu o processo de impressão 3D, no qual identificou-se que era necessário um preenchimento interno total do modelo para evitar a fragilização da peça, considerando a presença de áreas vazadas internas, obtendo-se assim um modelo físico com textura e resistência internas similares ao componente ósseo de referência.

O terceiro resultado relevante consistiu na avaliação do modelo físico produzido. Este demonstrou uma similaridade topológica e textural considerável com o osso temporal humano, além de uma adequada resistência a estresses mecânicos simulados. Finalmente, o quarto resultado



evidenciou a economicidade do processo. O custo de produção de cada peça variou entre 50 e 100 reais, destacando a acessibilidade dessa tecnologia para aplicações educacionais.

DISCUSSÃO

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, ficou esclarecida a necessidade de uma interação significativa entre profissionais médicos e designers, o que delinea o primeiro ponto de discussão, pois a realização desse modelo projeto exige a união de duas áreas distintas, com um profissional focado na aplicabilidade do produto final na prática médica e o outro no processo de transformar esse produto em uma realidade viável. Essa colaboração interdisciplinar provou-se essencial para o sucesso do desenvolvimento do modelo tridimensional do osso temporal.

Em segundo lugar, a natureza interativa do desenvolvimento do produto tornou-se um aspecto importante da discussão. A criação do modelo tridimensional exigiu várias versões e testes até se chegar ao produto final. Contudo, uma vez finalizado, o modelo não só apresentou um baixo custo de produção como também permitiu a rápida e fácil reprodução através da tecnologia de manufatura aditiva SLA. Este aspecto evidenciou a viabilidade econômica e escalabilidade do projeto.

Em última instância, a acessibilidade e o potencial de escalonamento da tecnologia de manufatura aditiva demonstraram que a evolução dessa tecnologia tem proporcionado a sua difusão para um público mais amplo, sem exigir conhecimentos técnicos avançados para operar o maquinário. Este fato reforça o alto potencial de escalonamento do produto desenvolvido neste estudo, indicando novas possibilidades para a prática médica e a educação em saúde.

CONCLUSÃO

O relato de experiência documentado neste estudo ilustra o potencial integrador do design 3D e da manufatura aditiva na criação de réplicas de alta fidelidade de estruturas ósseas. Por meio de um processo interdisciplinar e interativo, foi possível produzir um modelo de baixo custo do osso temporal que pode ser facilmente reproduzido, enfatizando a acessibilidade e escalabilidade da tecnologia de manufatura aditiva.

A colaboração entre profissionais de saúde e designers demonstrou ser crucial para alcançar a eficiência e a viabilidade do produto final, ressaltando a importância do diálogo e da troca de



conhecimento entre diferentes áreas de especialização. A integração entre saúde e tecnologia neste contexto promove a democratização de processos criativos, tornando ferramentas anteriormente restritas a especialistas agora acessíveis a um público mais amplo.

A partir dessa perspectiva, surgem amplas possibilidades para o futuro da pesquisa nesta área. A tecnologia de manufatura aditiva, cada vez mais acessível e de fácil de uso, tem o potencial de revolucionar a prática e a educação médica, permitindo a produção em massa de modelos anatômicos precisos para treinamento cirúrgico, por exemplo.

Além disso, à medida que essa tecnologia continua a evoluir, pode-se antecipar uma ampliação do escopo de suas aplicações, desde a criação de próteses personalizadas até a bioimpressão de tecidos e órgãos humanos. Essa democratização da criação tende a gerar uma onda de inovação na área médica, com a capacidade de melhorar significativamente a qualidade do ensino médico e o atendimento ao paciente.

Portanto, conclui-se que a união da saúde e da tecnologia abre um horizonte de oportunidades para a melhoria do ensino médico e das práticas clínicas. O futuro da pesquisa nessa área é promissor, sendo provável que se verifique um número crescente de soluções criativas e inovadoras surgindo dessa interseção nos próximos anos.

REFERÊNCIAS

Little SC, Kesser BW. Radiographic Classification of Temporal Bone Fractures: Clinical Predictability Using a New System. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2006;132(12):1300–1304. doi:10.1001/archotol.132.12.1300

SOUZA, Marcos Antonio de. Criação e validação de modelo de osso temporal em 3D para simulação pré-cirúrgica de otite média crônica colesteatomatosa. 2022. Tese (Doutorado em Otorrinolaringologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. doi:10.11606/T.5.2022.tde-18012023-190126. Acesso em: 2023-07-17.

TanrivermiŞ Sayit, A., Gunbey, H. P., Sağlam, D., Gunbey, E., KardaŞ, Ş., & Çelenk, Ç.. (2019). Association between facial nerve second genu angle and facial canal dehiscence in patients with cholesteatoma: evaluation with temporal multidetector computed tomography and surgical findings.



Congresso Nacional de
Inovações em Saúde

CONAIS

4ª EDIÇÃO



Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, 85(3), 365–370.

<https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.03.005>

