

## **Incorporação de tecnologia tridimensional no SUS: Demandas de um laboratório vinculado a uma Instituição de Ensino Superior Pública**

### **Incorporation of three-dimensional technology in SUS: Demands of a laboratory linked to a Public Higher Education Institution**

Anna Kellssya Leite Filgueira<sup>1\*</sup>, Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins<sup>2</sup>, Rodolfo Ramos Castelo Branco<sup>1</sup>, Kátia Elizabete Galdino<sup>1</sup>, Misael Elias de Morais<sup>1</sup>, Eduardo Jorge Oliveira Valadares<sup>1</sup>.

---

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo é relatar as demandas do laboratório de tecnologias tridimensionais (LT3D), do núcleo de tecnologias estratégicas em saúde (NUTES), alocado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) prestadas ao Sistema único de saúde (SUS) e analisar os impactos da incorporação desses serviços na sociedade. Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e retrospectivo, conduzido através de uma análise documental no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2022. Os dados analisados foram obtidos através dos formulários de solicitação. O procedimento metodológico iniciou-se com o levantamento dos dados, sem restrição, de todas as solicitações advindas de serviços SUS dentro do período de estudo. Os casos solicitados foram subdivididos, didaticamente, em: Demandas relacionadas a pandemia e demandas não relacionadas à pandemia. A análise dos dados foi realizada através de uma estatística descritiva e os resultados foram demonstrados em gráficos e tabelas com frequência simples e percentual. Foram identificadas 41 solicitações de serviços ao LT3D, sendo seis demandas relacionadas à pandemia e 35 não relacionadas à pandemia. Percebe-se que o laboratório se destaca na fabricação principalmente em biomodelos, guias cirúrgicos e nas categorias de órtese, próteses e materiais especiais (OPM).

**Palavras-chave:** Impressão tridimensional; Sistema único de saúde; Saúde Pública;

---

#### **ABSTRACT**

The objective of this study is to report the demands of the three-dimensional technologies laboratory (LT3D), the core of strategic health technologies (NUTES), located at the State University of Paraíba (UEPB) provided to the Unified Health System (SUS) and analyze the impacts of the incorporation of these services in society. This is a quantitative, descriptive and retrospective study, conducted through a document analysis from October 2019 to February 2022. The analyzed data were obtained through the request forms. The methodological procedure began with data collection, without restriction, of all requests from SUS services within the study period. The requested cases were didactically subdivided into: Demands related to the pandemic and demands not related to the pandemic. Data analysis was performed using descriptive statistics and the results were shown in graphs and tables with simple frequency and percentage. 41 requests for services to LT3D were identified, six of which were related to the pandemic and 35 were not related to the pandemic. It is noticed that the laboratory stands out in the manufacture mainly in biomodels, surgical guides and in the categories of orthosis, prostheses and special materials (OPM).

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba.

\*E-mail: annakellssya21@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande.

**Keywords:** Printing, Three-Dimensional; Unified Health System; Public Health.

---

## INTRODUÇÃO

As tecnologias tridimensionais por apresentarem um enorme campo de aplicabilidade tem se destacado cada vez mais como método promissor de desenvolvimento de protótipos e peças finais (PAIVA; NOGUEIRA, 2021). No âmbito da saúde, essas têm possibilitado aumento da eficácia de procedimentos já conhecidos e a expansão de técnicas inovadoras envolvendo customização e personalização de produtos médicos e equipamentos (MATOZINHOS, 2017).

Apesar desse cenário tecnológico proporcionar ganho de produtividade e boa relação entre custo e benefício (PAIVA; NOGUEIRA, 2021) estima-se, entretanto, que o alcance desse tipo de tecnologias no Sistema Único de Saúde (SUS) ainda é restrito e dependente de unidades de ensino e pesquisa para favorecerem a incorporação dessas inovações.

É nesse panorama que o laboratório de tecnologias tridimensionais (LT3D) tem se destacado desde do ano de 2012, quando instaurado. Vinculado ao Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES) alocado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) o LT3D objetiva oferecer pesquisa, desenvolvimento e aplicações de tecnologias tridimensionais nas mais diversas áreas médicas, através do uso de manufatura aditiva (MA), escaneamento tridimensional, Desenho assistido por computador (CAD), design de produtos, Manufatura assistida por computador (CAM) e Engenharia Assistida por Computador (CAE).

Com atuação na produção de soluções que otimizam os procedimentos cirúrgicos, como biomodelos e guias de cirurgia, desenvolvimento de órteses e próteses, além do desenvolvimento de produtos e equipamentos médicos, o LT3D possui duas unidades, compostas por uma equipe multiprofissional que engloba engenheiros, médicos e fisioterapeutas.

A unidade I alocada dentro da UEPB oferece, em grande parte, serviços institucionais voltados a design e produção de dispositivos médicos de forma geral. Já a unidade II, trata-se de uma extensão da unidade I alocada dentro do hospital de emergência e trauma Dom Luiz Gonzaga Fernandes (hospital da rede SUS), que tem

como principal objetivo fornecer uma demanda mais específica relacionada a casos cirúrgicos.

Vale ressaltar que o LT3D é um dos poucos laboratórios no país instalado dentro de um hospital de emergência e trauma que utiliza tecnologias tridimensionais nas aplicações médicas com serviços voltados aos SUS. Nessas perspectivas, o objetivo deste estudo é relatar as demandas do LT3D/ NUTES/ UEPB prestadas ao SUS e analisar os impactos da incorporação desses serviços na sociedade.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e retrospectivo (GIL, 2008), conduzido através de uma análise documental dos casos solicitados ao LT3D/NUTES/UEPB no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2022.

No que se refere aos termos éticos, a pesquisa manteve-se em concordância com a resolução nº 466/2012, sendo encaminhada para apreciação do comitê de Ética em saúde e aprovada sob o parecer 3315785, com CAAE: 10308819.5.0000.5187. Os dados analisados e apresentados foram obtidos através dos formulários de solicitação que, por sua vez, estão sob domínio do laboratório.

O procedimento metodológico iniciou-se com o levantamento dos dados, sem restrição, de todas as solicitações advindas de serviços SUS dentro do período de estudo. Vale ressaltar que, no período de março de 2020 a outubro de 2020, o laboratório, em decorrência aos avanços da pandemia do COVID-19, necessitou conciliar os trabalhos convencionalmente desenvolvidos, a uma demanda específica de produção de dispositivos referentes à pandemia.

Nessas perspectivas, os casos solicitados, no recorte temporal do estudo, foram subdivididos, didaticamente, em: Demandas relacionadas a pandemia e demandas não relacionadas à pandemia. Duas planilhas distintas foram criadas no Microsoft Excel (versão 2010) para integrar os dados considerados mais relevantes ao estudo. Essa subdivisão proporcionou um melhor panorama, uma vez que, a depender do tipo de solicitação, há uma variedade de informações necessárias para o preenchimento do formulário eletrônico padrão no laboratório.

Na primeira planilha foram categorizadas as demandas relacionados à pandemia, que subdividiu-se em: Equipamento médico hospitalar e Equipamento médico de proteção individual. Para a análise documental, neste caso, considerou-se como

informações importantes: tipo de dispositivo, área de utilização e orientações específicas de profissionais especializados.

A segunda planilha, por sua vez, correspondeu às demandas não relacionadas à pandemia que subdividiu-se em: Biomodelo, OPM e Guia cirúrgico. Para a análise dos casos de biomodelo e guia cirúrgico considerou-se as seguintes informações: área de formação do solicitante, diagnóstico do paciente, região anatômica de interesse, tempo para confecção do dispositivo e hospital responsável. Já nos casos de OPM considerou-se: tipo de dispositivo recomendado e diagnóstico do paciente.

A análise dos dados foi realizada através de uma estatística descritiva e os resultados foram demonstrados através de gráficos e tabelas em frequência simples e percentual.

## RESULTADOS

Foram identificadas 41 solicitações de serviços ao LT3D durante outubro de 2019 a fevereiro de 2022, sendo seis demandas relacionadas à pandemia e 35 não relacionadas à pandemia (tabela 1).

**Tabela 1 - Casos solicitados ao LT3D.**

<b>DEMANDAS RELACIONADAS A PANDEMIA</b>	
<b>CATEGORIA</b>	<b>Nº de demandas</b>
Equipamento médico hospitalar	3
Equipamento médico de proteção individual	3
<b>DEMANDAS NÃO RELACIONADAS A PANDEMIA</b>	
<b>CATEGORIA</b>	<b>Nº de demandas</b>
Biomodelo	25
OPM	6
Guia Cirúrgico	4

**Legenda: Nº= número. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).**

As demandas relacionadas à pandemia se concretizaram como uma ampla rede de apoio ao SUS suprindo as necessidades do estado da Paraíba e regiões circunvizinhas, como por exemplo os estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. De forma geral,

foram produzidos seis dispositivos para solucionar falhas no sistema devido ao imenso número de casos que eclodiram simultaneamente.

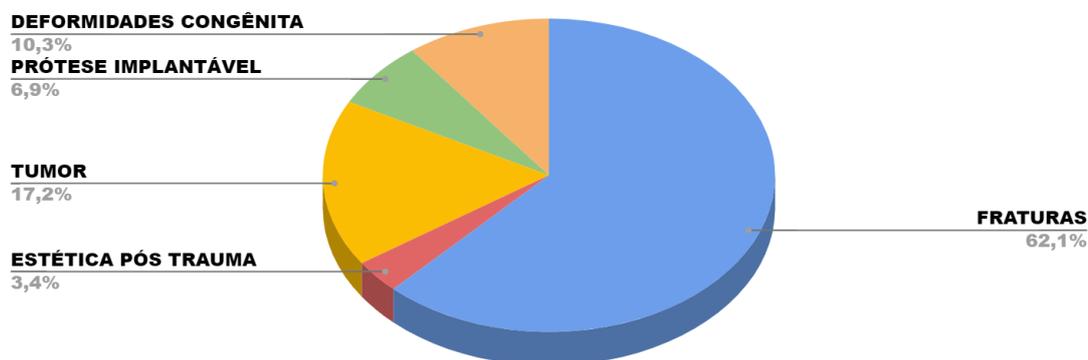
Na categoria de equipamentos de proteção individual, foi desenvolvido um protetor facial para adultos em peça única, sem juntas e/ou parafusos, com um diferencial pautado no uso de tecnologias tridimensionais para sua modelagem e confecção, proporcionando maior agilidade de fabricação, usabilidade e conforto aos profissionais de saúde atuantes em linha de frente. Esse equipamento foi disponibilizado gratuitamente a todos os hospitais do estado, em número suficiente para atender as equipes de saúde de cada local.

Seguindo os mesmos princípios, mas com o intuito de alcançar o público pediátrico, um segundo protetor facial anatomicamente ajustável ao crânio de bebês foi desenvolvido. Além disso, o LT3D também produziu protetores auriculares para as máscaras cirúrgicas, reduzindo o desconforto provocado pelo extenso tempo de uso da máscara nasobucal.

Na categoria de equipamentos médicos hospitalares o laboratório produziu, através da MA, um conector T para uso na máscara CPAP, conectores de ventiladores mecânicos e um videolaringoscópio. As solicitações foram registradas como dispositivos de uso emergencial para serem utilizados dentro dos centros de atendimento de COVID-19, visto que os equipamentos dos hospitais regionais não foram suficientes para suportar o alto índice de pacientes internados.

No que se refere às demandas não relacionadas à pandemia, as categorias registradas foram: OPM, Biomodelos e Guia Cirúrgicos. Nas categorias de Biomodelo e guia cirúrgico receberam-se demandas relacionadas principalmente a casos cirúrgicos de fratura, tumor, implantes protéticos, deformidades congênitas e estética pós trauma, como demonstrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Demandas de Biomodelos e Guias Cirúrgicos**



**Fonte: Elaborado pelo autor (2021).**

Na categoria de OPM registraram-se os seguintes tipos de dispositivos: Prótese de membro superior, Órtese de cervical, Órteses facial e Órtese de membro inferior. Percebe-se que, nesse caso, as solicitações não se restringem a ambientes ambulatoriais, sendo 50% das solicitações referentes a ambientes de desporto e 16% a situação traumática hospitalar imediata.

## **DISCUSSÃO**

A necessidade de atualizações que favoreçam, econômica e funcionalmente, os processos relacionados ao estado saúde-doença tem aberto espaço para que as tecnologias sejam integradas no âmbito da saúde. Para os serviços SUS, essas novas perspectivas são responsáveis por manter um sistema de atenção à saúde efetivo, eficiente e equitativo (NOVAES; ELIAS, 2013).

Nesse quesito, este estudo apresenta as tecnologias tridimensionais como um instrumento para um processo de fabricação automatizado, customizado, capaz de produzir dispositivos leves e resistentes, com um ótimo custo-efetividade (VOLPATO, 2017). Além disso, o processo de MA, em particular, permite, na grande maioria das vezes, que os objetos desejados sejam realizados com maior rapidez e menor custo, estimando-se uma economia na ordem de 70 a 90% quando comparada a processos convencionais (GARCIA, 2010).

De fato, as altas demandas e a escassez de equipamentos no período pandêmico exaltaram a eficiência e a efetividade desse tipo de tecnologia em todo mundo. Para a cidade de Campina Grande, o estado da Paraíba e as regiões circunvizinhas, o LT3D demonstrou ser fundamental ao fabricar dispositivos médicos e de proteção individual e

distribuindo-os gratuitamente, de forma ágil, a todos os hospitais e aos profissionais atuantes na linha de frente, evitando que o sistema de saúde entrasse em uma condição maior de colapso.

Dentro das demandas não relacionadas à pandemia, o LT3D tem se destacado por promover aos serviços SUS, a fabricação de Biomodelos e Guias Cirúrgicos, oferecendo aos hospitais e ambulatorios da região a oportunidade de incorporar aos atendimentos uma tecnologia que, como exposto na literatura, proporciona provável redução de tempo cirúrgico, diminuição de perda de sangue intra operatória, diminuição de índice de exposição à radiação e redução de complicações operatórias (MOBBS et al., 2018; GIANNETTI et al., 2017; BAGARIA; CHAUDHARY, 2017).

É por essas perspectivas que percebe-se, no estudo, altas demandas em fratura (56%) e tumor (20%). Ocorre que a maior característica da biomodelagem é a reprodução de uma morfologia exata, em um modelo físico, da estrutura anatômica (SILVA; ROSADO, 2014), o que proporciona aos solicitantes realizar procedimentos cirúrgicos em sólidos quase exatos antes de realizar-los na sala de cirurgia (BROWN et. al., 2003).

Além disso, o desenvolvimento de um guia cirúrgico, que é altamente relacionado a biomodelagem, proporciona ao profissional alcançar angulações extremamente precisas na incisão de ferramentas cirúrgicas, pois os espaços são demarcados anteriormente no campo virtual melhorando a previsibilidade de procedimentos complexos (ROSSEELS et al., 2018).

Alcançar demandas desse tipo, dentro da rede de serviços SUS, proporciona benefícios ao paciente, ao sistema e a comunidade. Nesse caso, pressupõe-se que o paciente será integrado a um sistema tecnológico que proporcionará uma menor chance de erro promovendo, conseqüentemente, um melhor prognóstico do caso clínico, o que, por sua vez, favorece ao sistema uma redução no número de reinternações e número de recursos pós-cirúrgicos para serem disponibilizados. Outro aspecto, na questão intra-operatória, é possibilitar à equipe médica e assistencial presumir e adaptar-se às possíveis questões antes de adentrarem no centro cirúrgico, além de permitir redução do uso de raio-x intra operatório.

Para mais, o estudo ainda destaca a fabricação de OPM. Para essa categoria, o uso de tecnologias tridimensionais tem como objetivo proporcionar customização e redução das etapas de fabricação, sem desgaste, incômodo ou qualquer risco ao indivíduo (FERRARI; SANTOS; MEDOLA, 2019). Outrossim, ressalta-se que, nesse processo, os

dispositivos podem ser personalizados através de imagens médicas como ressonância magnética, tomografia computadorizada e escaneamento tridimensional, alcançando o recorte anatômico perfeito do indivíduo, sem a necessidade de submetê-lo a uma etapa desgastante para coleta de medidas antropométricas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O LT3D/NUTES/UEPB destaca-se na fabricação de produtos médicos especializados através do uso de tecnologias tridimensionais, principalmente em equipamentos médicos, biomodelos, guias cirúrgicos e nas categorias de OPM.

É notório que o laboratório inova em oferecer serviços e demandas que favoreçam os processos convencionais do SUS e, ao demonstrar efetividade em seus processos, abre espaços para mais estudos de eficácia e efetividade que, conseqüentemente, possam expandir a incorporação desses processos.

## REFERÊNCIAS

BAGARIA, V; CHAUDHARY, Kshitij. A paradigm shift in surgical planning and simulation using 3Dgraphy: Experience of first 50 surgeries done using 3D-printed biomodels. **Injury**, v. 48, n. 11, p. 2501–2508, 2017.

BROWN GA et. al.. Rapid prototyping: the future of trauma surgery? **J Bone Joint Surg Am**, 2003.

FERRARI, A. L. M; SANTOS, A.D.P; MEDOLA, F. O. Tecnologia de Manufatura aditiva aplicada à produção de órteses. Tecnologias de manufatura aditiva aplicadas à produção de órteses. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 15, n. 38, p.215-228, 2019.

GARCIA, LHT. **Desenvolvimento e fabricação de uma mini-impressora 3D para cerâmica**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

GIANNETTI, S. et al. Minimally invasive fixation in tibial plateau fractures using an pre-operative and intra-operative real size 3D printing. **Injury**, v. 48, p. 478–788, 2017.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. **Atlas**, 6, 2008.

MATOZINHOS, I. P. et al. Impressão 3d: inovações no campo da medicina. **RICM**, v. 1, n. 1, p. 143-162, 2017.

MOBBS, R. J. et al. L5 En-Bloc Vertebrectomy with Customized Reconstructive Implant: Comparison of Patient-Specific Versus Off-theShelf Implant. **World Neurosurgery**, 112:94-100, 2018.

NOVAES, H.M.D; ELIAS, F.T.S. Uso da avaliação de tecnologias em saúde em processos de análise para incorporação de tecnologias no Sistema Único de Saúde no Ministério da Saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 29 Sup:S7-S16, 2013

PAIVA, T. N.; NOGUEIRA, C. C. Estudo Comparativo Das Principais Tecnologias De Impressão 3D No Brasil. **Jnt-Facit Business and Technology Journal**, v. 1, p. 179–190, 2021.

ROSSEELS, Wouter et al. Corrective osteotomies using patient-specific 3D-printed guides: a critical appraisal. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery**, p. 1–9, 2018.

SILVA, F; ROSADO, V.O.G. “Biomodelagem Virtual para Diagnóstico e Planejamento Cirúrgico Usando Softwares Livres”. **Informática na Educação: Teoria e Prática**, Porto Alegre, v.17, n. 1, p. 125-143, jan.-jun. 2014.

VOLPATO, N. Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017.

*Recebido em: 20/04/2022*

*Aprovado em: 21/05/2022*

*Publicado em: 26/05/2022*