



## IMPORTÂNCIA DAS TECNOLOGIAS 3D PARA USO EM MUSEUS DE PALEONTOLOGIA

### *IMPORTANCE OF 3D TECHNOLOGIES FOR USE IN PALEONTOLOGY MUSEUMS*

Maria das Graças Ouriques Ramos

John Kennedy Guedes Rodrigues

Juvandi de Souza Santos

Rodolfo Ramos Castelo Branco

Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins

#### **RESUMO**

As tecnologias tridimensionais, é um grande avanço para várias áreas que inclui a indústria, designer e conhecimento científico, por se tratar de uma ferramenta em muitos setores, incluindo o patrimônio paleontológico. A Manufatura Aditiva (*Additive Manufacturing – AM*), contribui e se caracteriza como uma ferramenta importante no processo de fabricação de materiais em vários ramos da engenharia. Sua aplicação nas ciências paleontológicas já está sendo utilizada nos acervos do Museu Nacional/UF RJ, na réplica do crânio de Luzia, fóssil humano mais antigo das Américas, após o incêndio em 2019 que afetou grande parte do acervo do referido Museu e outros pelo país, como na PPGG/UF RGS. Partindo do pressuposto, esse estudo objetivou analisar a importância da utilização da impressão 3D nos Museus de Paleontologia, a fim de proporcionar mais segurança e eficácia como ferramenta na manutenção de acervos fósseis, além disso, apresenta alguns métodos de desenvolvimento de um ciclo digital aplicados a paleontologia. Foi utilizado três metodologias de desenvolvimento de um ciclo digital 3D aplicados diretamente a fósseis. As tecnologias 3D aplicadas para fins paleontológicos irão beneficiar e trazer alternativas interessantes devido às diversas possibilidades de utilização e aplicá-las em diferentes coleções de um acervo nos Museus de Paleontologia.

**Palavras-chave:** Impressão 3D; acervo fóssil; patrimônio paleontológico, tecnologias tridimensionais.



## ABSTRACT

Three-dimensional technologies represent a major advance for several areas, including industry, design, and scientific knowledge, as they are tools for many sectors, including paleontological heritage. Additive Manufacturing (AM) contributes to and is characterized as an important tool in the process of manufacturing materials in several branches of engineering. Its application in paleontological sciences is already being used in the collections of the National Museum/UFRJ, in the replica of the skull of Luzia, the oldest human fossil in the Americas, after the fire in 2019 that affected a large part of the collection of the aforementioned Museum and others throughout the country, such as PPGG/UFRGS. Based on this assumption, this study aimed to analyze the importance of using 3D printing in Paleontology Museums, in order to provide greater safety and efficiency as a tool for maintaining fossil collections. In addition, it presented some methods for developing a digital cycle applied to paleontology. Three methodologies for developing a 3D digital cycle applied directly to fossils were used. 3D technologies applied for paleontological purposes will benefit and bring interesting alternatives due to the diverse possibilities of use and applying them in different collections of a collection in Paleontology Museums.

**Keywords:** 3D printing; fossil collection; paleontological heritage, three-dimensional technologies.

## INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos são perceptíveis desde o princípio da civilização, até mesmo com o surgimento de qualquer ser vivo presente na natureza, com isso destaca-se a evolução humana juntamente com seus processos fabris, no qual, o homem utiliza artefatos ou instrumentos para poder desenvolver/criar algo novo, diante desses fatores podemos destacar o processo de fabricação da Manufatura Aditiva (MA) conhecida como impressão 3D, que Segundo Volpato (2017), é um processo de fabricação baseado no princípio de sobreposição e adição de camadas de materiais em empilhamento, partindo de um arquivo digital 3D modelado em CAD (*Computer Aided Design*), programado por CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e impresso tridimensionalmente, produzido em diversos materiais, desde os polímeros até os materiais metálicos e cerâmicos.

A partir desses avanços e com o surgimento da MA iniciasse sua aplicação em diversas áreas das ciências e pesquisas, como destaque a Paleontologia, podendo ser fabricadas e aplicadas em peças presentes em Museus dos acervos de fósseis.

Para a Paleontologia, a modelagem 3D pode servir como ferramenta em trabalhos que envolvam vários estudos como a morfologia e biomecânica, para a observação do centro de massa corpórea, volume e postura, e em estudos miológicos e de formação de tecidos. Possibilita ainda, efetuar correções estruturais e simular o organismo em vida, assim como serve de importante ferramenta para a divulgação científica (DARLON et al, 2010). A aplicação dessas tecnologias inovadoras como ferramenta nos Museus de Paleontologia para a reprodução e tratamento de fósseis são propósitos extremamente relevantes. Com o processo de fabricação da Manufatura Aditiva (MA), para os acervos fósseis, além de facilitar o manuseio, a manufatura de réplicas,

vai compartilhar informações entre cientistas de diferentes instituições.

Os acervos utilizam a captura de imagens digitais por meio de escaneamento 3D, por ser uma análise da superfície externa do artefato conforme a Figura 1, a mesma se refere a uma réplica do crânio de Luzia, fóssil humano mais antigo das Américas, um dos acervos do Museu Nacional/UFRJ.

**FIGURA 1:** RÉPLICA DO CRÂNIO DE LUZIA, FÓSSIL MAIS ANTIGO DAS AMÉRICAS, UTILIZANDO AS TECNOLOGIAS 3D – MUSEU NACIONAL/UFRJ



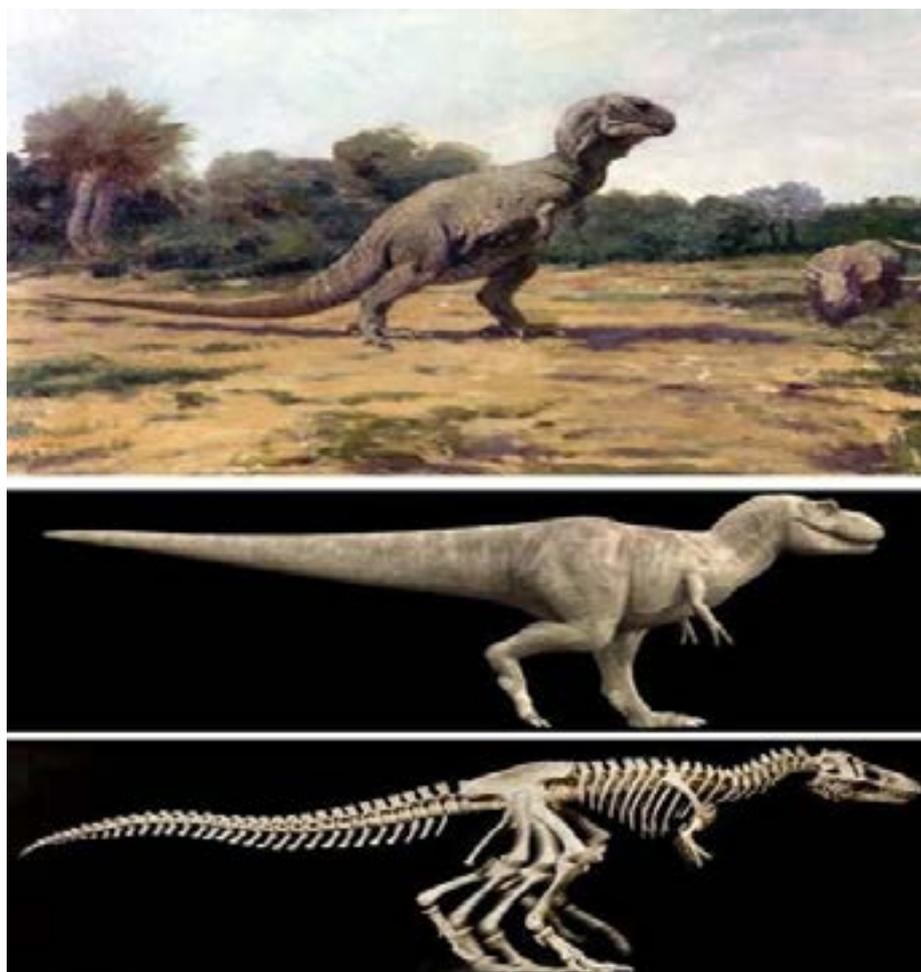
**FONTE:** MUSEU NACIONAL/UFRJ, RAQUEL CUNHA (2018)

Outro meio de captura de imagens e análises desses artigos é por meio da tomografia, que é outra técnica que começou a ser aplicada em estudos paleontológicos. Ao utilizar a tomografia na Paleontologia, percebeu-se que o mapeamento de imagens 3D e a utilização de modelos tridimensionais pode-se armazenar informações sobre a morfologia de cada exemplar em um novo formato, de forma digital em 3D (RENAN; BANTIM, 2015). Nesse aspecto, Castelo Branco (2021) afirma, “integrar tecnologias tridimensionais como o escaneamento, softwares de modelagem tridimensional e simulação computacional, vai proporcionar uma nova concepção sobre o processo de fabricação”.

As Tecnologias 3D de acordo com Schultz (2016), são técnicas utilizadas para a obtenção de modelos

digitais e incluem desde fotografias trabalhadas em softwares gráficos até o uso do que, seria a grande revolução que a tecnologia está implementando na Paleontologia: a aquisição de imagens a partir da Tomografia Computadorizada e do escaneamento 3D (Figura 2).

**FIGURA 2:** EXPLICAÇÃO DA FIGURA - ACIMA, O (*TIRANOSSAURO REX*) NA POSTURA ANTIGA; ABAIXO, A POSTURA ATUAL ACEITA PELA COMUNIDADE CIENTÍFICA ATUALMENTE.



**FONTE:** JORNAL DA UNIVERSIDADE, UFRGS (2016)

O passado da Terra, estudado pelas ciências geológica e paleontológica e compreender como esse está atrelado a história dos seres vivos através dos fósseis, por se tratar da documentação mais precisa dessa história, descritos nas rochas sedimentares. Explicar os seres que viveram num determinado período ao longo da sua história, todos os aspectos, estruturas e particularidades através dos fósseis. Nas palavras de Santos (2009), o processo de formação das rochas sedimentares, acontece através da diagênese, onde os sedimentos são compactados, cimentados e recristalizados.

E que os traços resultantes da atividade biológica encontrados junto às rochas se referem a todos os restos e vestígios das manifestações de vida, que podem ficar



preservados e, geralmente, são constituídos de porções duras dos seres, estruturas de bioturbação ou deformação, excrementos e matéria orgânica, incluindo os paleoambientes (SANTOS, 2009). Importante ressaltar que estudar e pesquisar sobre os ambientes do passado, os paleoambientes, é descobrir como certas espécies viveram e desapareceram e as possíveis causas das mudanças ambientais, destaca o autor.

Para isso Vieira et al. (2010) afirmam, que a Paleontologia, “é uma das áreas do conhecimento das Ciências Naturais que mais vem apresentando um desenvolvimento promissor e positivo nas últimas décadas, ocupando lugar de grande importância e destaque na busca por elucidar a evolução dos seres vivos e da história da Terra”.

Conciliar as pesquisas paleontológicas com o uso das tecnologias 3D é um grande avanço, conforme define Rossi et al (2013), “o uso da tecnologia da digitalização 3D em Museus se apresenta como uma alternativa interessante devido às diversas possibilidades de utilização, podendo-se aplicar em diferentes coleções de um acervo”. O uso da tecnologia da digitalização 3D em Museus se apresenta como uma alternativa interessante devido às diversas possibilidades de utilização, podendo-se aplicar em diferentes coleções de um acervo. Ainda destaca o autor “a tecnologia de reprodução de modelos 3D digitais tem sido muito utilizada para atividades de conservação ou restauração (ROSSI et al, 2013).

O avanço das Tecnologias 3D aplicadas no âmbito das Ciências Paleontológicas, por sua importância já utilizada em outras áreas científicas vai proporcionar mais segurança aos acervos fósseis nos Museus. A utilidade das técnicas de inovação para obtenção de imagens de acordo com o professor do Instituto de Geociências Cesar Schultz seria a grande revolução que a tecnologia está implementando na Paleontologia (SCHULTZ, 2016).

Nas explicações de Schultz, a reconstituição digital de fósseis abre um leque de possibilidades para a Paleontologia. Afirma, ainda, que os modelos digitais também facilitam o compartilhamento de informações entre cientistas de diferentes instituições e a manufatura de réplicas. Ao trocar os usuais moldes de silicone pela computação gráfica e impressões 3D, é possível produzir cópias perfeitas em qualquer escala, sem expor os fósseis originais aos riscos de danos, frequentes nos processos tradicionais (SCHULTZ, 2016).

Dada as necessidades e possibilidades de contribuições das tecnologias tridimensionais para a eficiência no campo da Paleontologia, esse estudo objetivou analisar a importância da utilização da impressão 3D nos Museus de Paleontologia a fim de proporcionar mais segurança e eficácia como ferramenta na manutenção do acervo fóssil, além disso, apresentar alguns métodos de desenvolvimento de um ciclo digital aplicados a paleontologia. Uma técnica que já está sendo utilizada em vários museus pelo mundo.

## **METODOLOGIA**

Podemos apresentar alguns métodos utilizando um ciclo digital, desde a sua captação da imagem 3D

até a sua fabricação por MA.

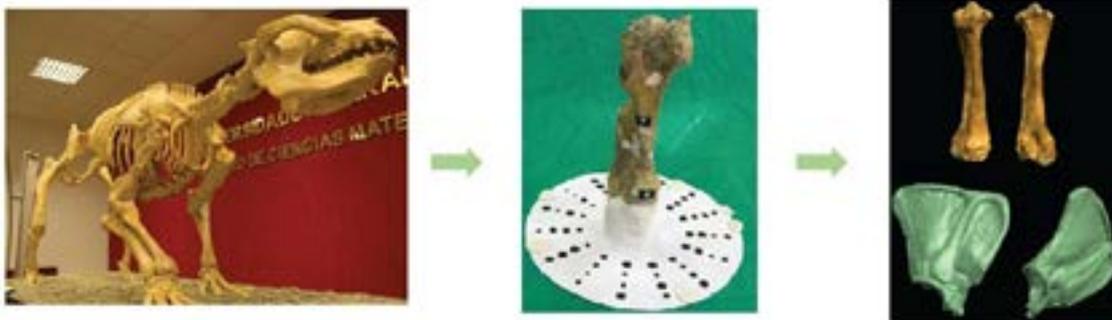
Na pesquisa de Dardon, Souza, Abranches e Bergqvist (2010), aplicou-se algumas etapas de captação de imagens 3D utilizando o Escaneamento 3D e a Fotogrametria, o processamento da Imagem Digital em Softwares CAD e a fabricação em máquinas de Manufatura Aditiva, como podemos observar nos passos metodológicos, abaixo, nas imagens (Figura 3) (Figura 4).

Objeto de Estudo: Úmero de *Carodnia Vieira*

Local: Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

- 1º Passo: Escaneamento 3D com o *David Laserscane*
- 2º Passo: Tratamento da imagem digital com o *Geomagic Studio*
- 3º Passo: Arquivo 3D

**FIGURA 3:** A) ESQUELETO DE CARODNIA VIEIRAI PAULA-COUTO, 1952; B) ESCANEAMENTO 3D E C) TRATAMENTO DA IMAGEM CAD.



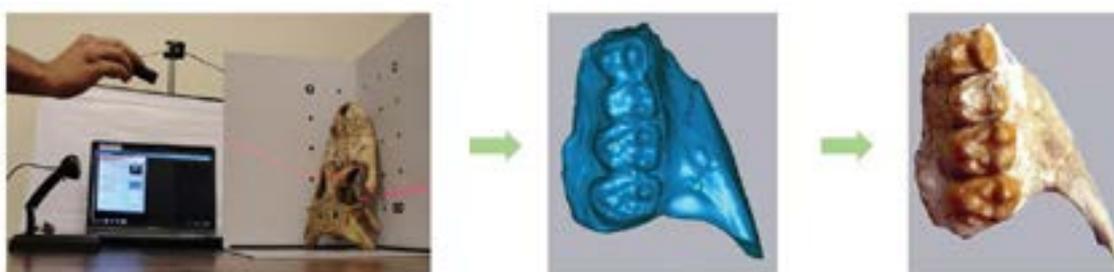
FONTE: ADAPTADO DE DARDON ET AL, (2010)

Objeto de Estudo: Maxila de *Paulacoutoia protocenica*

Local: Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

- 1° Passo: Escaneamento 3D com *Videogametria com laser traço webcam*
- 2° Passo: Tratamento da imagem digital com o *Geomagic Studio*
- 3° Passo: Arquivo 3D

**FIGURA 4:** A) AQUISIÇÃO DE IMAGEM POR VIDEOGAMETRIA COM LASER TRAÇO WEBCAM DA *PAULACOUTOIA PROTOCENICA*, B) MODELO 3D DA MAXILA E C) ARQUIVO 3D DA MAXILA.



**FONTE:** ADAPTADO DE DARDON *ET AL* (2010)

Já na pesquisa de Motta e Ronaldo (2020), utilizou-se do mesmo princípio de ciclo digital de desenvolvimento para a fabricação de um dos seus acervos do museu, o fóssil de Luzia. Este passou pelo processo de reconstrução após o desastre devido ao incêndio ocorrido no Museu Nacional, no qual foi recuperado o crânio de Luzia que é o humano fóssil mais antigo das Américas. Primeiramente, utilizou-se o escaneamento digital 3D com escâner portáteis, posteriormente, foi feito o tratamento da imagem digital e por fim, a prototipação por manufatura aditiva (Figura 5).

Objeto de Estudo: Crânio de Luzia Local: Museu Nacional – UFRJ

- 1° Passo: Escaneamento 3D com scanner portátil a laser
- 2° Passo: Tratamento da imagem digital 3D
- 3° Passo: Prototipação do modelo digital

**FIGURA 5:** A) ESCANEAMENTO 3D COM SCANNER PORTÁTIL A LASER CRÂNIO LUZIA, B) TRATAMENTO DA IMAGEM DIGITAL 3D E C) MANUFATURA ADITIVA DO CRÂNIO DE LUZIA.



**FONTE:** ADAPTADO DE MOTTA E RONALDO (2020)

Para o uso em Museus de Paleontologia, as tecnologias 3D é uma verdadeira revolução, por se tratar de tecnologias de alta resolução e serem não invasivas, permitem a preservação das peças e evita que o acervo fóssil seja danificado pelo simples manuseio.

## CONCLUSÃO

O referido estudo demonstra a importância da aplicação e desenvolvimento do processo digital 3D, desde a sua captação da imagem por escaneamento 3D ou Tomografia Computadorizada até a sua fabricação por Manufatura Aditiva (MA) no processo de fabricação para acervos fósseis em Museus de Paleontologia. Devido aos excelentes resultados demonstrados em outras áreas do conhecimento, a exemplo da indústria, designer e Ciências Médicas, destacando a ortopedia.

A utilização das tecnologias tridimensionais na Paleontologia, vai proporcionar uma nova concepção sobre o processo de fabricação do acervo, em comparação com os antigos fabricados em resina. Além da eficácia do processo, pois felicitará o manuseio por parte do público, sem expor o acervo fóssil original aos riscos de danos.

Isso mostra que o uso das novas tecnologias está revolucionando diversas áreas do conhecimento científico. No entanto, por se tratar de ferramentas importantes em pesquisas sobre a vida do passado da Terra, as tecnologias 3D aplicadas para fins paleontológicos irão beneficiar e trazer alternativas interessantes devido às diversas possibilidades de utilização e aplicá-las em diferentes coleções de um acervo. Assim, a contribuição dessas técnicas aplicadas como ferramentas nos Museus de Paleontologia para a reprodução e tratamento de fósseis são propósitos extremamente relevantes.



## REFERÊNCIAS

- Auras, R. et al. Poly (lactic acid) - **Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Application**. **Bioresource Technology**. doi: 10.1016/j.biortech.2010.05.092, 2010.
- Borgeat et al. **Visualizing and Analyzing the Mona Lisa**. Real-Time Interaction with Complex Models. Published by the IEEE Computer Society, November/December, 2007.
- Castelo Branco, Rodolfo Ramos. **Desenvolvimento De Prótese Transfemural De Baixo Custo Por Processo De Manufatura Aditiva Destinada Ao Público Infantil**. Campina Grande: Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, 2021. Tese (Doutorado).
- Cunha, Raquel. **Museu Nacional/UFRJ**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2018.
- Dardon, Ulisses; SOUZA, Rodrigo Siqueira de; abanches, Carla Terezinha Sério e Bergqvist, Lilian Paglarelli (2010). **Modelagem 3D e suas aplicações na pesquisa paleontológica**. Gaea - Journal of Geoscience. Vol: 6, n.2. DOI: 10.4013/gaea.2010.62.04., 2010.
- Motta, Fernanda e Rodrigues da Silva, Ronaldo. **A adoção de tecnologias digitais na reconstrução do Patrimônio**: relato da experiência do Museu Nacional, Brasil. *Informação & Sociedade: Estudos*. 30. 10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n2.52260. (2020).
- Renan, Juliana Manso Sayão; Bantim, Alfredo Machado. *Cienc. Cult.* vol.67 no.4. São Paulo Oct./Dec. 2015 <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602015000400015>. **A paleontologia no século XXI**: novas técnicas e interpretações. 2024. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Universidade Estadual de Campinas Labjor.
- Rossi, Wagner Soares; Silva, Fábio Pinto da; Júnior, Wilson Kindlein. **A utilização de modelos 3D para a preservação e divulgação de peças do patrimônio histórico e cultural**: estudo de caso com escarradeira e urinol. *Arcos Design*, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 69-79, dez. 2013. ISSN 1984-5596.
- Santos, J. S. **Ocupação humana, Caatinga, Paleoambientes e Mudanças Ambientais nos Sertões Nordestinos**. João Pessoa: JRC, 2009.
- Schultz, Cesar. **Tecnologias Digitais Reconstituem Vida Pré-Histórica**. Porto Alegre: PPGG/UFRGS, 2016.
- \_\_\_\_\_. **Jornal da Universidade/UFRGS**. Porto Alegre: PPGG/UFRGS, 2016.
- Volpato, Neri. (Org.) **Manufatura Aditiva: Tecnologias E Aplicações Da Impressão 3d**. São Paulo: Blucher, 2017.