



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS RUSSAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**MATHEUS ALENCAR DA SILVA**

**USO DE APRENDIZADO DE MÁQUINAS PARA ESTIMAR A RESISTÊNCIA À  
TRAÇÃO DE PEÇAS FABRICADAS POR IMPRESSÃO 3D**

**RUSSAS**

**2022**

MATHEUS ALENCAR DA SILVA

USO DE APRENDIZADO DE MÁQUINAS PARA ESTIMAR A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO  
DE PEÇAS FABRICADAS POR IMPRESSÃO 3D

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Mecânica  
do Campus Russas da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Ms. Ramon Rudá Brito  
Medeiros

Coorientador: Prof. Dr. Bonfim Amaro  
Júnior

RUSSAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S581u Silva, Matheus Alencar da.  
Uso de aprendizado de máquinas para estimar a resistência à tração de peças fabricadas por Impressão 3D / Matheus Alencar da Silva. – 2022.  
81 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Ciência da Computação, Russas, 2022.

Orientação: Prof. Me. Ramon Rudá Brito Medeiros.

Coorientação: Prof. Dr. Bonfim Amaro Júnior.

1. Tecnologia. 2. Impressão 3D. 3. Inteligência Artificial. I. Título.

CDD 005

---

MATHEUS ALENCAR DA SILVA

USO DE APRENDIZADO DE MÁQUINAS PARA ESTIMAR A RESISTÊNCIA À TRAÇÃO  
DE PEÇAS FABRICADAS POR IMPRESSÃO 3D

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Mecânica  
do Campus Russas da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 09 de fevereiro de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ms. Ramon Rudá Brito Medeiros (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Bonfim Amaro Júnior (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Pedro Helton Magalhães Pinheiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À todos que, em algum momento, acreditaram em mim. Mãe, agradeço por tudo, espero que esteja orgulhosa.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a minha mãe, Rosângela (*in memorian*), que de onde estiver, sei que está me protegendo.

Ao Prof. Ms. Ramon Rudá Brito Medeiros e ao Prof. Dr. Bonfim Amaro Júnior por me orientarem no desenvolvimento do presente trabalho, com conhecimentos enriquecedores.

A minha família e amigos, por me darem suporte, não só na graduação mas na vida. Em especial a duas pessoas muito importantes, minha grande amiga Cíntia, por sempre me dar bons conselhos, e a minha namorada/esposa, Nathiely, por estar sempre comigo, apoiando e orientando as minhas decisões.

Aos meus colegas de graduação, Bruno, Caio, Felipe, Gérson, Leo, Lucas, Marcos e Samille, que se tornaram também meus amigos, por me proporcionarem momentos de descontração durante essa longa jornada, além de me ajudarem nas várias horas dedicadas a estudos e projetos.

As minhas tias, Socorro e Cinete, por me dar moradia e alimentação durante esses anos de graduação.

A todos os professores que passaram pela minha vida, que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento pessoal e intelectual.

A Universidade Federal do Ceará por me proporcionar esse oportunidade única.

“Não existe assunto tão antigo que não se possa dizer algo novo sobre ele.”

(Fiódor Dostoiévski)

## RESUMO

A sociedade atual vive em um universo tecnológico com diversos sistemas automatizados e em uma busca constante de melhorias na eficiência e qualidade dos processos. Em virtude dos inúmeros avanços tecnológicos, surgiu a indústria 4.0. A impressão 3D é uma ferramenta de destaque que pode ser utilizada nessa era da quarta revolução industrial e é definida como a área de manufatura responsável por construir peças, partindo de um modelo virtual, pelo método de deposição automática camada-a-camada. Nesse viés, a impressão 3D possui como vantagens a grande flexibilidade na produção de peças a partir do modelo digital, possibilitando a fabricação de diversas geometrias, simples ou complexas, além de utilizar materiais de baixo custo e gerar poucos resíduos. Muitas tecnologias têm ganhado espaço na sociedade atual, pode-se destacar a Inteligência Artificial (IA), que possui diversas aplicações em diferentes áreas de conhecimento, podendo ser definida como qualquer tecnologia que permite a um sistema demonstrar inteligência humana. Nesse contexto, o aprendizado da máquina usa a inteligência artificial para desenvolver técnicas computacionais, com o objetivo de construir conhecimento automaticamente. Esse sistema é responsável por tomar decisões baseado em experiências acumuladas através de soluções bem-sucedidas. Dessarte, este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo utilizando técnicas de inteligência artificial, especificamente, as rede neurais e os algoritmos genéticos, capaz de prever a tensão de ruptura em materiais manufaturados pela impressão 3D do tipo FDM (Fused Deposition Modeling). Partindo da coleta e construção de uma base de dados sobre impressões tridimensionais, foram elaborados algoritmos, na linguagem de programação *Python*, combinando as redes neurais artificiais e os algoritmos genéticos, em uma estratégia neuroevolutiva, para atender ao objetivo proposto. Com análise dos dados e gráficos gerados pelas execuções dos algoritmos, foi elaborado um modelo com coeficiente de determinação superior 90%, resultando em um alto grau de assertividade.

**Palavras-chave:** tecnologia; impressão 3D; inteligência artificial.

## ABSTRACT

Today's society lives in a technological universe with several automated systems and a constant search for improvements in the efficiency and quality of processes. Due to the numerous technological advances, industry 4.0 was emerged. The 3D printing is a standout tool that can be used in this era of the fourth industrial revolution and is defined as the manufacturing area responsible for building parts, starting from a virtual model, by layer by layer automatic deposition method. In this bias, the 3D printing has advantages such as great flexibility in the production of parts from the digital model, enabling the fabrication of different geometries, simple or complex. In addition to using low-cost materials and generating little residue. Many technologies have gained space in today's society, can highlight the artificial intelligence (AI), which has several applications in different areas of knowledge, and can be defined as any technology that allows a system to demonstrate human intelligence. In this context, machine learning uses artificial intelligence to develop computational techniques, aiming to build knowledge automatically. This system is responsible for making decisions based on experiences accumulated through successful solutions. Thus, this work aims to develop a model using artificial intelligence techniques, specifically, the neural network, able to predict the tensile strength in materials manufactured by FDM (Fused Deposition Modeling) type 3D printing. Starting from the collection and construction of a database on three-dimensional impressions, algorithms were developed in the *Python* programming language, combining artificial neural networks and genetic algorithms, in a neuroevolutionary strategy, to meet the proposed objective. After analyzing the data and graphics generated by the execution of the algorithms, a model with a determination coefficient superior to 90% was elaborated, resulting in a high rate of assertiveness.

**Keywords:** technology; 3D printing; artificial intelligence.