



**Universidade Estadual de Londrina**  
Centro de Tecnologia e Urbanismo  
Departamento de Engenharia Elétrica

---

**Vinícius Dourado Silva**

# **Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante**

---

Londrina  
2024



**Universidade Estadual de Londrina**

Centro de Tecnologia e Urbanismo  
Departamento de Engenharia Elétrica

---

**Vinícius Dourado Silva**

**Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise  
Comparativa de Algoritmos para o Problema do  
Caixeiro Viajante**

Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo Prof. Dr. Ernesto Fernando F. Ramirez intitulado “Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante” e apresentado à Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Fernando F. Ramirez

---

Londrina  
2024

## Ficha Catalográfica

Vinícius Dourado Silva

Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante - Londrina, 2024 - 35 p., 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Fernando F. Ramirez

1. Programação. 2. Inteligência Artificial. 3. Otimização. 4. Algoritmos.

I. Universidade Estadual de Londrina. Curso de Engenharia Elétrica. II.

Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante.

Vinícius Dourado Silva

# Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

**Comissão Examinadora**

---

Prof. Dr. Ernesto Fernando F. Ramirez  
Universidade Estadual de Londrina  
Orientador

---

Prof. Dr. Francisco Granziera  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Leonimer  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 7 de fevereiro de 2024



Dedico este trabalho a todos aqueles que, de alguma forma,  
auxiliaram para a concretização desta etapa.





# Agradecimentos

Adasdadasdsadasddasda.



*"dasdadadasdadadasdad"*  
(Vinicius)



Vinícius Dourado Silva. **Otimizando a Eficiência de Entregas: Uma Análise Comparativa de Algoritmos para o Problema do Caixeiro Viajante.** 2024. 35 p. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

## Resumo

dasdasdasdsadasd

**Palavras-Chave:** 1. Programação. 2. Inteligência Artificial. 3. Otimização. 4. Algoritmos.



Vinícius Dourado Silva. **There won't be coup**. 2024. 35 p. Monograph in Electrical Engineering - Londrina State University, Londrina.

# Abstract

dasdasdasdadadasdadadasd

**Key-words:** 1. Assistive Technology. 2. Tetraplegia. 3. Transducers. 4. Low Cost.





# Lista de ilustrações



# Lista de tabelas



# Lista de quadros



# Lista de Siglas e Abreviaturas

ADC	<i>Analog-to-Digital Converters</i>
AINTEC	<i>Agência de Inovação Tecnológica da Universidade Estadual de Londrina</i>
AMPOP	Amplificador Operacional
ARM	<i>Advanced RISC Machine</i>
CI	Circuito Integrado
DAC	<i>Digital-to-Analog Converters</i>
DC	<i>Direct Current</i>
EP	<i>Endpoint</i>
Eq.	Equação
EXTI	<i>External Interrupt/Event Controller</i>
FDC	Fim de Curso
FIG.	Figura
GPIO	<i>General-Purpose Input/Outputs</i>
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
HID	<i>Human Interface Device</i>
H-SYNC	<i>Horizontal Synchronization</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
ID	Identificação
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
$\mu$ C	Microcontrolador
NVIC	<i>Nested Vectored Interrupt Controller</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PCI	Placa de Circuito Impresso
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RGB	<i>Red-Green-Blue</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TA	Tecnologia Assistiva
TAB.	Tabela
TIM	<i>Timer</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VGA	<i>Video Graphics Array</i>
$V_{SAT}$	Tensão de Saturação
V-SYNC	<i>Vertical Synchronization</i>





# Sumário

1	INTRODUÇÃO . . . . .	25
1.1	Motivação . . . . .	25
1.2	Justificativa . . . . .	25
1.3	Objetivos . . . . .	25
1.4	Objetivos Específicos . . . . .	25
1.5	Organização do Trabalho . . . . .	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .	27
2.1	Problema de Otimização do Caixeiro Viajante . . . . .	27
2.2	Logística na era Pós Pandemia . . . . .	27
2.3	Inteligência Artificial . . . . .	27
2.3.1	Históricas e quais as mais populares. . . . .	27
2.3.2	Tipos . . . . .	27
2.4	Python . . . . .	27
2.4.1	Interface gráfica em Python . . . . .	27
3	DESENVOLVIMENTO . . . . .	29
3.1	Algoritmos envolvidos . . . . .	29
3.2	Realização de Testes . . . . .	29
3.3	Justificar o conjunto . . . . .	29
3.4	Software . . . . .	29
3.4.1	back-end . . . . .	29
3.4.2	Front-end . . . . .	29
4	RESULTADOS . . . . .	31
4.1	Testes iniciais . . . . .	31
4.2	Testes práticos . . . . .	31
4.3	Desenvolvimento do Software . . . . .	31
5	DISCUSSÕES E CONCLUSÕES . . . . .	33
5.1	Trabalhos Futuros . . . . .	33
	REFERÊNCIAS . . . . .	35



# 1 Introdução

---

1.1 Motivação

1.2 Justificativa

1.3 Objetivos

1.4 Objetivos Específicos

1.5 Organização do Trabalho



## 2 Fundamentação Teórica

---

2.1 Problema de Otimização do Caixeiro Viajante

2.2 Logística na era Pós Pandemia

2.3 Inteligência Artificial

2.3.1 Históricas e quais as mais populares.

2.3.2 Tipos

2.4 Python

2.4.1 Interface gráfica em Python



## 3 Desenvolvimento

---

3.1 Algoritmos envolvidos

3.2 Realização de Testes

3.3 Justificar o conjunto

3.4 Software

3.4.1 back-end

3.4.2 Front-end





## 4 Resultados

---

4.1 Testes iniciais

4.2 Testes práticos

4.3 Desenvolvimento do Software



## 5 Discussões e Conclusões

---

### 5.1 Trabalhos Futuros



# Referências