

Lucas da Silva Santos  
Matheus Zanivan Andrade  
Rafael Nascimento Lourenço

# **Geração procedural de mapas de ilhas 2d com biomas através de visão computacional**

São Paulo - Brasil

2023



Lucas da Silva Santos  
Matheus Zanivan Andrade  
Rafael Nascimento Lourenço

# **Geração procedural de mapas de ilhas 2d com biomas através de visão computacional**

Modelo canônico de trabalho monográfico  
acadêmico em conformidade com as normas  
ABNT apresentado à comunidade de usuários  
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Senac: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial  
Bacharelado em ciência da computação

Orientador: Lauro César Araujo  
Coorientador: Equipe abnT<sub>E</sub>X2

São Paulo - Brasil  
2023

Obtenha a ficha catalográfica junto a biblioteca.  
Substitua o arquivo ficha.pdf pela versão obtida lá.

Lucas da Silva Santos  
Matheus Zanivan Andrade  
Rafael Nascimento Lourenço

# **Geração procedural de mapas de ilhas 2d com biomas através de visão computacional**

Modelo canônico de trabalho monográfico  
acadêmico em conformidade com as normas  
ABNT apresentado à comunidade de usuários  
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Trabalho aprovado. São Paulo - Brasil, 24 de novembro de 2012:

---

**Lauro César Araujo**  
Orientador

---

**Professor**  
Convidado 1

---

**Professor**  
Convidado 2

São Paulo - Brasil  
2023



*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*





# Agradecimentos

Os agradecimentos principais são direcionados à Gerald Weber, Miguel Frasson, Leslie H. Watter, Bruno Parente Lima, Flávio de Vasconcellos Corrêa, Otavio Real Salvador, Renato Machnievscz<sup>1</sup> e todos aqueles que contribuíram para que a produção de trabalhos acadêmicos conforme as normas ABNT com L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fosse possível.

Agradecimentos especiais são direcionados ao Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação<sup>2</sup> da Universidade de Brasília (CPAI), ao grupo de usuários *latex-br*<sup>3</sup> e aos novos voluntários do grupo *abnT<sub>E</sub>X2*<sup>4</sup> que contribuíram e que ainda contribuirão para a evolução do abnT<sub>E</sub>X2.

---

<sup>1</sup> Os nomes dos integrantes do primeiro projeto abnT<sub>E</sub>X foram extraídos de <<http://codigolivre.org.br/projects/abntex/>>

<sup>2</sup> <<http://www.cpai.unb.br/>>

<sup>3</sup> <<http://groups.google.com/group/latex-br>>

<sup>4</sup> <<http://groups.google.com/group/abntex2>> e <<http://abntex2.googlecode.com/>>



*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente,  
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:  
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>14</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Inteligência Artificial</b>	<b>15</b>
2.1.1	Aprendizado de Máquina	16
2.1.2	Redes neurais artificiais	17
2.1.3	Aprendizado profundo	17
2.1.4	Redes neurais convolucionais	17
2.1.5	Visão computacional	19
<b>2.2</b>	<b>Geração procedural</b>	<b>19</b>
2.2.1	Diagrama de Voronoi	19
2.2.2	Mapas de ilhas 2d com biomas	19
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>21</b>
	<b>Conclusão</b>	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>



# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

A indústria de jogos digitais cresce mais a cada dia, segundo a consultora Newzoo(Santana, 2022) essa indústria tende a ultrapassar em 2023 os US\$ 200,0 bilhões (aproximadamente R\$ 1 trilhão). Novos jogos são produzidos e publicados diariamente e somente na plataforma digital Steam, foram publicados 10.963 novos títulos em 2022(Clement, 2022).

Por outro lado, as empresas de desenvolvimento de jogos continuam a trabalhar incessantemente para atender a uma demanda de mercado que cresceu 2,5% no Brasil em 2022 (PGB - 2022). No entanto, para que um jogo chegue ao consumidor final é preciso passa por diversos processos de criação extremamente complexos e rigorosos. Uma equipe de desenvolvimento, composta por designers e programadores, precisa dedicar muitos recursos para a elaboração de mapas 2D e 3D, com o objetivo de garantir a melhor aparência e otimização do jogo.

O custo de produção de jogos varia bastante, dependendo do tamanho e da complexidade do projeto. Por exemplo, a empresa Rockstar Games revelou que o jogo "Grand Theft Auto V" custou cerca de 265 milhões de dólares para ser produzido e comercializado (referência). Isso destaca a importância de acelerar o processo de desenvolvimento e reduzir custos, sem comprometer a qualidade do produto final.

Uma solução para reduzir custos e economizar tempo é a utilização da geração procedural de conteúdo (PCG), que permite gerar mapas de forma automatizada. A PCG é uma técnica que trata da criação automática de conteúdos (Araújo,2018). Com a utilização da técnica PCG, as empresas conseguem gerar mapas de forma rápida e eficiente, sem a necessidade de investir em recursos humanos para criação manual de cada elemento. Além disso, a PCG permite a criação de conteúdo personalizado e variado, garantindo uma experiência única para cada usuário. Isso resulta em uma redução significativa de custos e em um aumento da eficiência operacional da empresa, uma vez que a criação de conteúdo manualmente é uma tarefa demorada e dispendiosa. Com a PCG, as empresas podem produzir uma grande quantidade de conteúdo de forma rápida e, portanto, podem lançar seus jogos mais rapidamente no mercado.

"Bill Gates, um dos fundadores da Microsoft, diz que o desenvolvimento da inteligência artificial (IA) é o avanço tecnológico mais importante em décadas" (GERKEN, 2023). É possível ver a relevância do tema e justamente por isso que este trabalho acompanhara o desenvolvimento de um modelo de inteligência artificial e utilizará os resultados em um

diagrama de Veronoi.

## 1.2 Justificativa

Este trabalho foi concebido em busca de fazer a junção de um modelo de inteligência artificial convolucional com a decomposição de espaço do diagrama de Veronoi, bem como disponibilizar mais uma forma de geração procedural de conteúdo que seja pratico, de baixo custo e possua facilidade na configuração de parâmetros.

## 1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho explora técnicas e algoritmos que permeiam os ramos de inteligência artificial com foco em identificar contornos em imagens e computação gráfica centrado em gerar mapas usando heurísticas. Ademais visto especificamente temos como objetivos:

- Encontrar um dataset para treinar a inteligência artificial que irá identificar contornos em imagens
- Treinar uma inteligência artificial para identificar contornos em imagens
- Testar algoritmos de gerar ruídos para criar o mapa
- Aplicar um algoritmo para reconhecer a imagem com o contorno e gerar como saída a imagem do mapa gerado



## 2 Fundamentação teórica

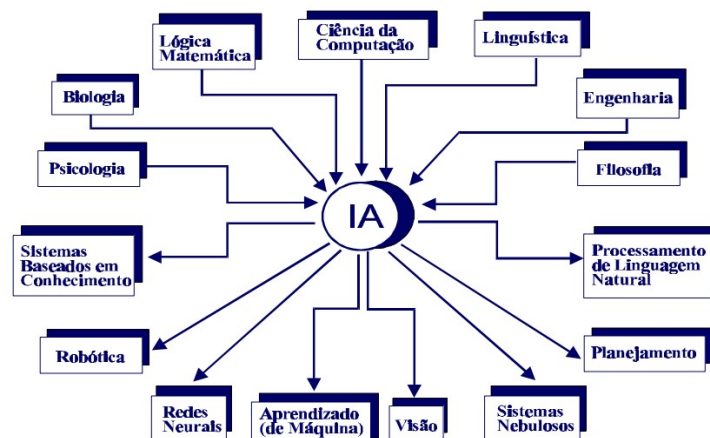
Este capítulo tem objetivo de apresentar conceitos necessários para entendimento do trabalho;

### 2.1 Inteligência Artificial

Inteligência artificial é uma técnica científica que simula o pensamento humano de forma que possa ser executado em uma máquina, podendo ser utilizada para criar soluções com uma linha de progressão parecida ao raciocínio lógico como conhecemos. Isto permite ao computador reconhecer e interpretar o mundo ao redor com imagens e textos criando uma ampla área de atuação que otimiza tarefas antes só realizadas por seres humanos (SILVA; MAIRINK, 2019).

Este ramo é complexo por se tratar de uma representação cognitiva, se torna necessário usar uma base com diversas áreas científicas como psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras. E pode ser usado para diversos problemas específicos como por exemplo definir as boas rotas para algum processo logístico (GOMES, 2010).

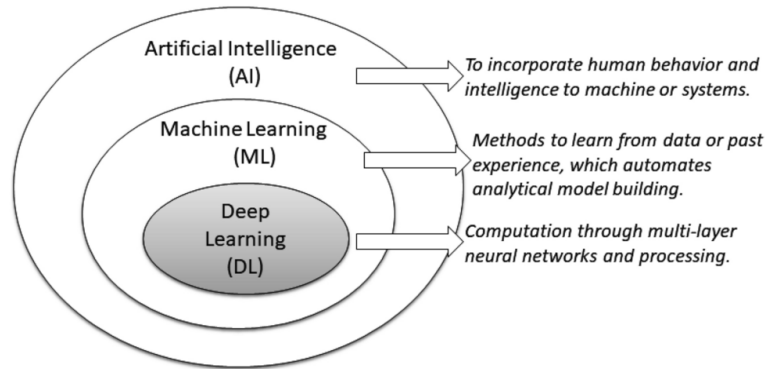
Figura 1 – Diagrama de aprendizado de máquina



Fonte: MONARD e BARANAUKAS (2000)

Segundo Sarker (2021) existe três tópicos sobre inteligência artificial muito populares sendo eles, inteligência artificial, aprendizado de máquina e aprendizado profundo como segue na imagem Figura 2.

Figura 2 – Diagrama de Venn sobre relação entre os tópicos de inteligência artificial



Fonte: [Sarker \(2021\)](#)

### 2.1.1 Aprendizado de Máquina

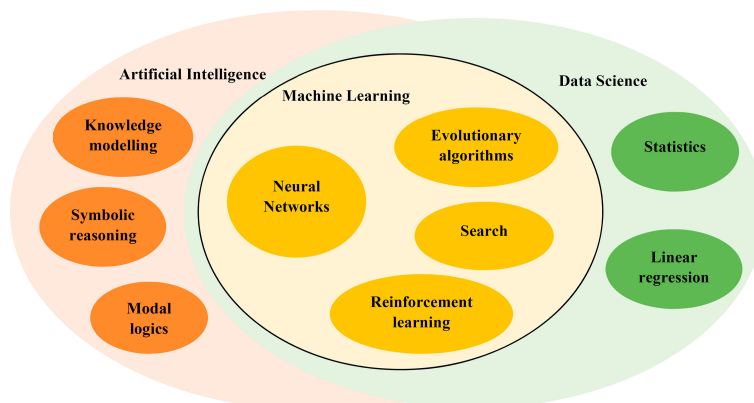
Segundo [Woschank, Rauch e Zsifkovits \(2020\)](#), aprendizado de máquina é uma subcategoria de inteligência artificial que se refere a detecção de padrões importantes de uma base de dados. As ferramentas utilizadas aumentam a eficiência dos algoritmos para lidar com bases de dados grandes.

Portanto essa técnica permite ao computador melhorar os resultados com base na experiência, isso indica uma relação direta entre o quanto o programa consumiu de dados e qualidade da solução do problema ([BROWN, 2021](#)).

Dentro desse nicho existem outros como: redes neurais, algoritmos evolucionários, algoritmos de busca, aprendizado por reforço, dentre outros. ([SIRCAR et al., 2021](#)).

Existe relação direta de conceitos entre inteligência artificial, aprendizado de máquina e ciência de dados conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Diagrama de aprendizado de máquina

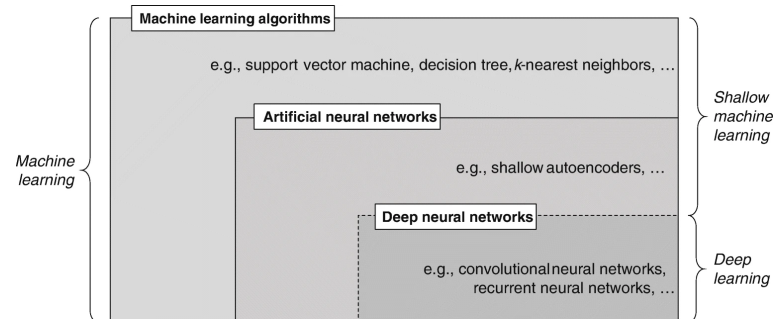


Fonte: [Sircar et al. \(2021\)](#)

É possível observar uma hierarquia entre aprendizado de máquina e os principais

termos sendo eles redes neurais artificiais e aprendizado profundo com base em [Janiesch, Zschech e Heinrich \(2021\)](#) mostrado no diagrama da Figura 4.

Figura 4 – Diagrama de Venn sobre tópicos de aprendizado de máquina



Fonte: [Janiesch, Zschech e Heinrich \(2021\)](#)

### 2.1.2 Redes neurais artificiais

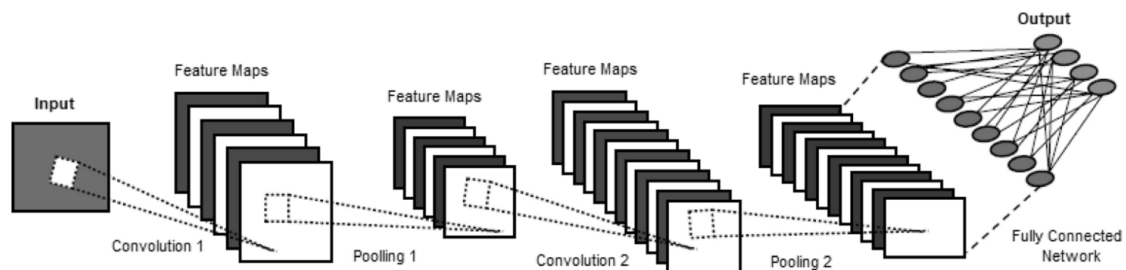
### 2.1.3 Aprendizado profundo

### 2.1.4 Redes neurais convolucionais

Uma rede neural convolucional é análoga a rede neural artificial, i.e., feita de neurônios que otimizam o aprendizado através dele mesmo. A principal diferença é que a rede neural convolucional é amplamente utilizada em soluções que detectam padrões em imagens, logo existem funcionalidades específicas da própria arquitetura para essa tarefa ([O'SHEA; NASH, 2015](#)).

De acordo com [Sarker \(2021\)](#) uma arquitetura básica de uma rede neural convolucional tem as seguintes camadas: convolucional, pooling e totalmente conectada.

Figura 5 – Camadas principais de uma rede neural convolucional



Fonte: [Sarker \(2021\)](#)

Camada convolucional é essencial para esse tipo de arquitetura e usa um filtro — ou kernel — para aplicar na imagem e direcionar para o próximo neurônio. Esse filtro é uma matriz de números que terá uma operação aplicada em todos os pixels da imagem

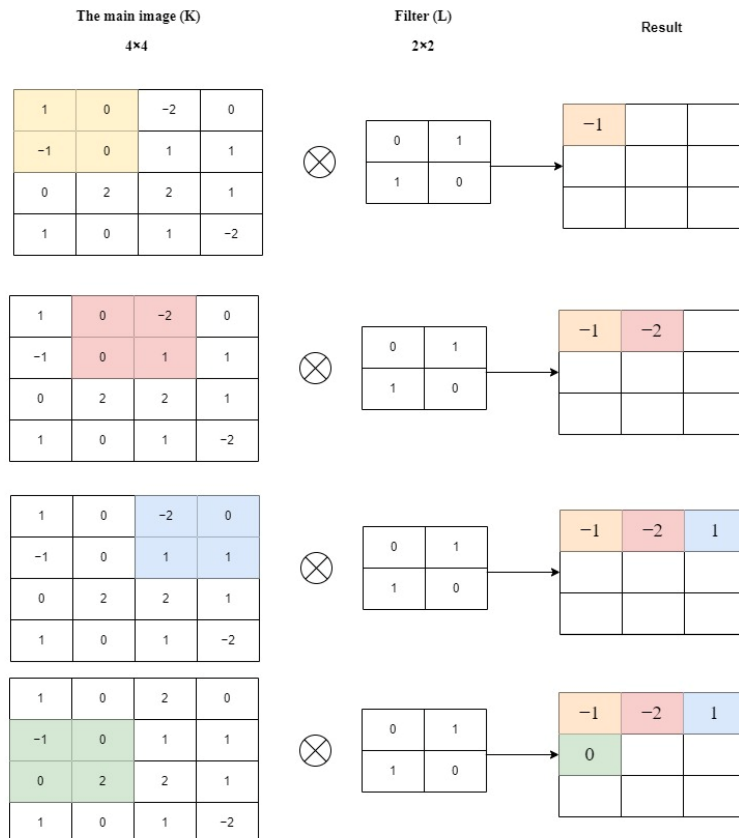
— que também é representado por matriz(es) — as informações cruciais para esse filtro são: tamanho, largura e pesos. Isto é utilizado para extrair características com uma base matemática, criando uma relação direta entre um pixel e os pixels ao redor. Os pesos começam de forma pseudoaleatórias e são ajustados no decorrer do aprendizado. O resultado dessa camada é chamado de mapa de características.

O tamanho da saída será baseado na fórmula abaixo sendo os tamanhos I da imagem, F do filtro e a S da saída.

$$Ix - Fx + 1 = Sx$$

$$Iy - Fy + 1 = Sy$$

Figura 6 – Exemplo de um filtro



Fonte: [Taye \(2023\)](#)

### 2.1.5 Visão computacional

## 2.2 Geração procedural

### 2.2.1 Diagrama de Voronoi

O diagrama de Voronoi é gerado a partir das distancias euclidianas entre os vizinhos mais próximos de um conjunto de pontos do plano ([SANTOS, 2016](#)). Esse diagrama possui uma gama de utilizações, *e. g.*, estudar epidemias, encontrar o ponto mais próximo, calcular a precipitação de uma área, estudar os padrões de crescimento das florestas, etc, ([POLÍGONOS, 2023](#)). O diagrama de Voronoi sera utilizado na geração de biomas com o algoritmo de Fortune.

### 2.2.2 Mapas de ilhas 2d com biomas



### 3 Desenvolvimento





# Conclusão

Sed consequat tellus et tortor. Ut tempor laoreet quam. Nullam id wisi a libero tristique semper. Nullam nisl massa, rutrum ut, egestas semper, mollis id, leo. Nulla ac massa eu risus blandit mattis. Mauris ut nunc. In hac habitasse platea dictumst. Aliquam eget tortor. Quisque dapibus pede in erat. Nunc enim. In dui nulla, commodo at, consectetur nec, malesuada nec, elit. Aliquam ornare tellus eu urna. Sed nec metus. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Phasellus id magna. Duis malesuada interdum arcu. Integer metus. Morbi pulvinar pellentesque mi. Suspendisse sed est eu magna molestie egestas. Quisque mi lorem, pulvinar eget, egestas quis, luctus at, ante. Proin auctor vehicula purus. Fusce ac nisl aliquam ante hendrerit pellentesque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi wisi. Etiam arcu mauris, facilisis sed, eleifend non, nonummy ut, pede. Cras ut lacus tempor metus mollis placerat. Vivamus eu tortor vel metus interdum malesuada.

Sed eleifend, eros sit amet faucibus elementum, urna sapien consectetur mauris, quis egestas leo justo non risus. Morbi non felis ac libero vulputate fringilla. Mauris libero eros, lacinia non, sodales quis, dapibus porttitor, pede. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Morbi dapibus mauris condimentum nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam sit amet erat. Nulla varius. Etiam tincidunt dui vitae turpis. Donec leo. Morbi vulputate convallis est. Integer aliquet. Pellentesque aliquet sodales urna.



# Referências

- BROWN, S. *Machine learning, explained*. 2021. <<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/machine-learning-explained>>. Acessado: 2023-05-11. Citado na página 16.
- GERKEN, T. *Inteligência artificial é avanço mais importante da tecnologia em décadas, diz Bill Gates*. 2023. <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cqz6w6nzt1o>>. Acessado: 2023-03-26. Citado na página 13.
- GOMES, D. D. S. Inteligência artificial: Conceitos e aplicações. *Olhar Científico - Faculdades Associadas de Ariquemes*, v. 1, n. 2, p. 234–246, 2010. Disponível em: <[https://www.professores.uff.br/screspo/wp-content/uploads/sites/127/2017/09/ia\\_intro.pdf](https://www.professores.uff.br/screspo/wp-content/uploads/sites/127/2017/09/ia_intro.pdf)>. Citado na página 15.
- JANIESCH, C.; ZSCHECH, P.; HEINRICH, K. Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, v. 31, n. 3, p. 685–695, Sep 2021. ISSN 1422-8890. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>>. Citado na página 17.
- MONARD, M. C.; BARANAUKAS, J. A. *Aplicações de Inteligência Artificial: Uma Visão Geral*. 2000. <<https://dcm.ffclrp.usp.br/~augusto/publications/2000-laptec.pdf>>. Citado na página 15.
- O'SHEA, K.; NASH, R. An introduction to convolutional neural networks. *CoRR*, abs/1511.08458, 2015. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1511.08458>>. Citado na página 17.
- POLÍGONOS. *Polígonos de Thiessen ou Voronoi- Como gerar e para que utilizá-los*. 2023. <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cqz6w6nzt1o>>. Acessado: 2023-03-26. Citado na página 19.
- SANTOS, P. R. S. dos. *Diagrama de voronoi: Uma Exploração nas Distâncias Euclidiana e do Táxi*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2016. Citado na página 19.
- SARKER, I. H. Deep learning: A comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. *SN Computer Science*, v. 2, n. 6, p. 420, Aug 2021. ISSN 2661-8907. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1>>. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 17.
- SILVA, J. A. S. d.; MAIRINK, C. H. P. Inteligência artificial. *LIBERTAS: Revista de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 9, n. 2, p. 64–85, dez. 2019. Disponível em: <<https://famigvirtual.com.br/famig-libertas/index.php/libertas/article/view/247>>. Citado na página 15.
- SIRCAR, A. et al. Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry. *Petroleum Research*, v. 6, n. 4, p. 379–391, 2021. ISSN 2096-2495. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096249521000429>>. Citado na página 16.

TAYE, M. M. Theoretical understanding of convolutional neural network: Concepts, architectures, applications, future directions. *Computation*, v. 11, n. 3, 2023. ISSN 2079-3197. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-3197/11/3/52>>. Citado na página 18.

WOSCHANK, M.; RAUCH, E.; ZSIFKOVITS, H. A review of further directions for artificial intelligence, machine learning, and deep learning in smart logistics. *Sustainability*, v. 12, n. 9, 2020. ISSN 2071-1050. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3760>>. Citado na página 16.