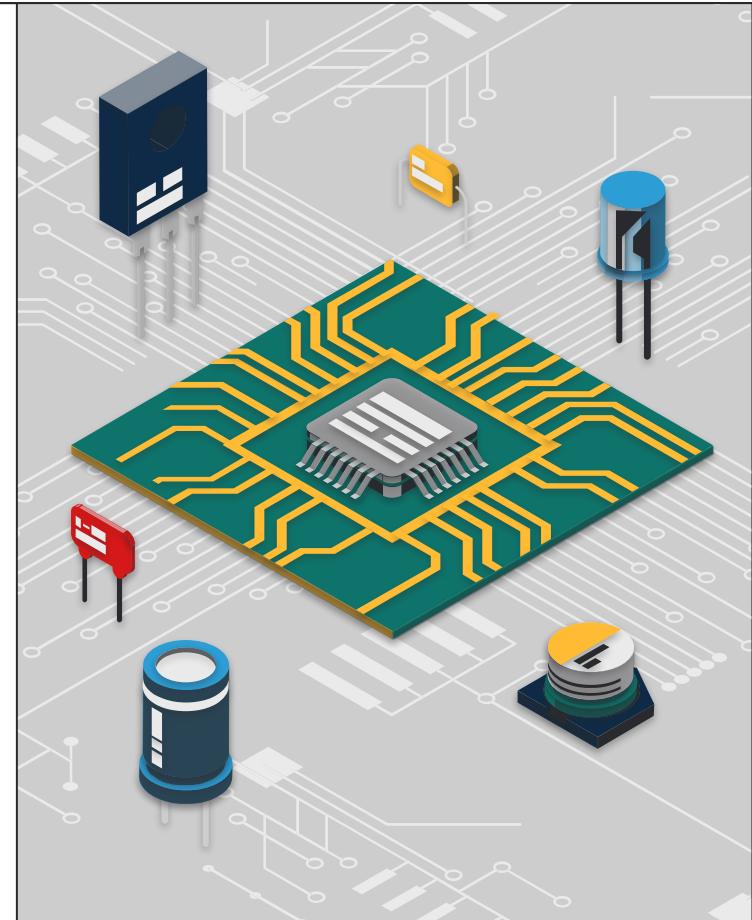


# TinyML

## Periódicos, Conferências, Trabalhos e Direções para o mestrado.

Derek Alves

Reunião SOIO2 19/04/2024



# Sumário

**01**

## Conferências e Periódicos

Conferências e Periódicos  
selecionados

**02**

## Trabalhos

Trabalhos coletados

**03**

## Cenário Atual e Tendências

Cenário atual e tendências para o  
TinyML

**04**

## Direções para o Mestrado

Listagem de aplicações  
apresentadas no survey

# **Sumário**

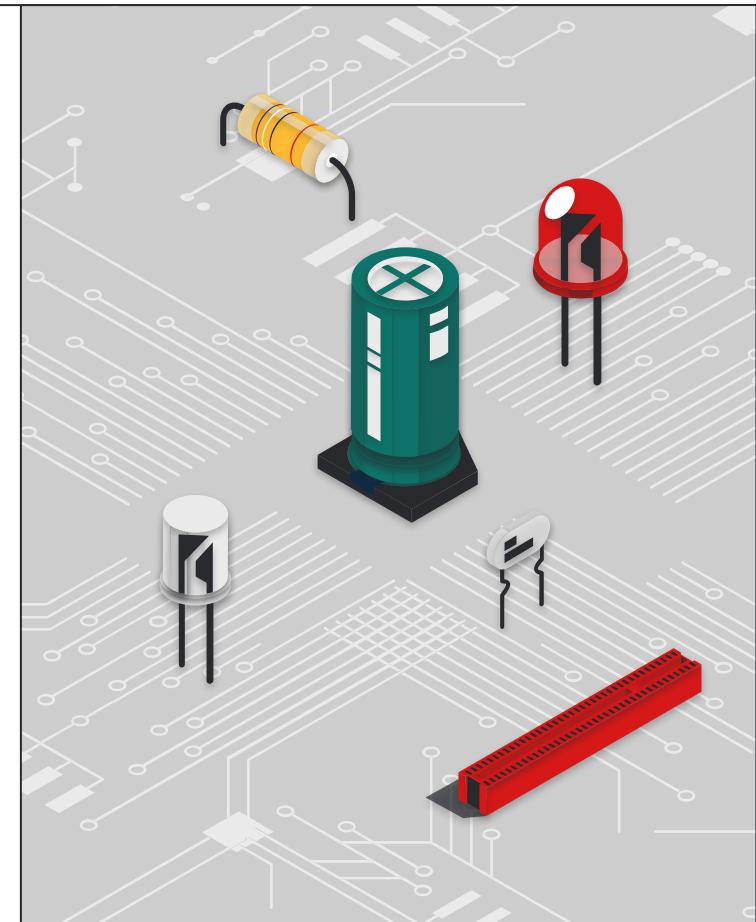
**05**

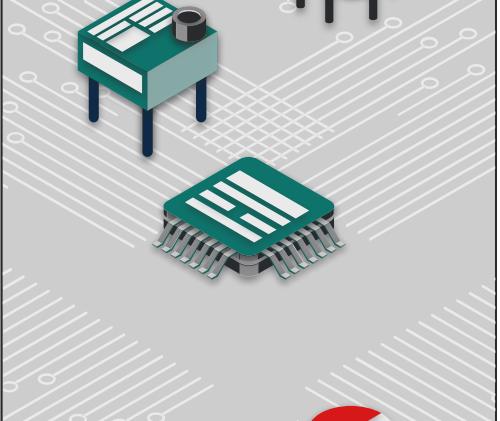
## **Referências**

Apresentação das referências

**01**

# **Conferências e Periódicos**

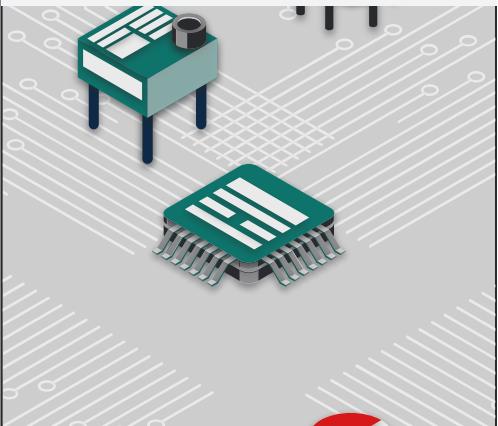




# Conferências e Periódicos

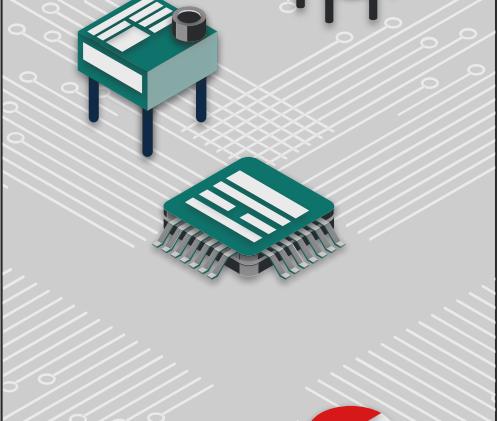
- Pesquisa por palavras chave no SCOPUS [2]
  - 379 Trabalhos Únicos
  - Publicados em 222 Periódicos ou Conferências
    - Conferências e Periódicos com mais de três publicações foram filtrados
    - Seleção pelo CiteScore correspondente a qualis A1 e A2
      - Qualis A1: 12 Candidatos
      - Qualis A2: 3 Candidatos

# Critérios



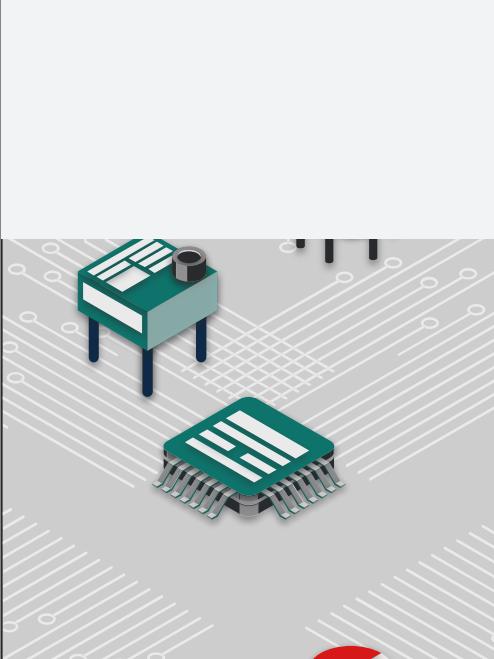
Estrato	Critérios
A1	Fator de Impacto (JCR)>2,7 ou Índice H (Scimago/Scopus)>50 ou <u>Citescore (Scopus)&gt;2,34</u>
A2	1,4< Fator de Impacto (JCR)<=2,7 ou 26< Índice H (Scimago/Scopus)<=50 ou <u>1,26&lt; Citescore (Scopus)&lt;=2,34</u> ou Fator de Impacto 5 anos sem Autocitação (Spell)>0,456

Referência [1].



# QUALIS A1

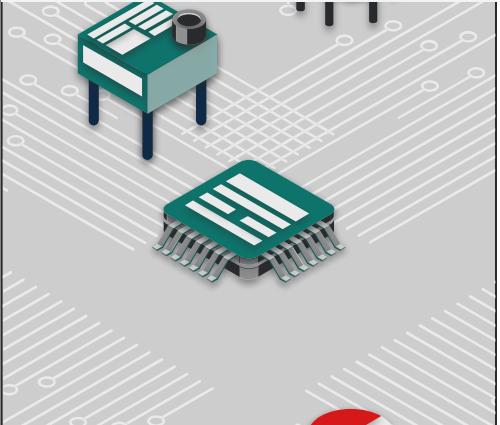
- IEEE Micro - Foco em Microprocessadores
- IEEE Access
- MDPI Sensors
- Elsevier Internet Of Things (Netherlands)
- Information Fusion - Múltiplos Sensores
- IEEE Sensors Journal
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement - Instrumentação
- IEEE Journal of Solid-State Circuits
- IEEE Internet of Things Journal
- IEEE Sensors Letters
- IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs
- Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks



## A1 – IEEE Access

- IEEE Access  
CiteScore: 9

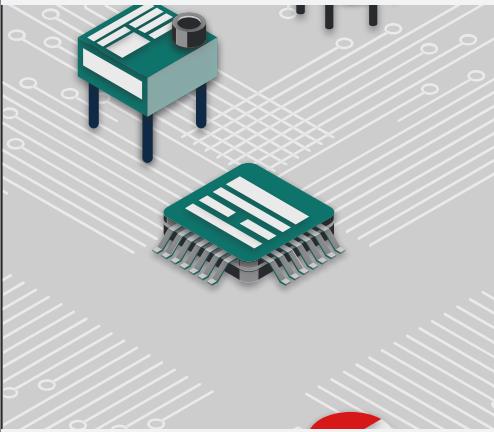
O IEEE Access é uma revista eletrônica multidisciplinar, de acesso aberto (OA), orientada para aplicações e com arquivo permanente, que publica continuamente os resultados de pesquisas ou desenvolvimentos originais em todas as áreas de interesse do IEEE.



## A1 – MDPI Sensors (OA)

- MDPI Sensors  
CiteScore: 6,8

A revista Sensors é um periódico avançado voltado para a ciência e tecnologia de sensores e suas aplicações. Publica artigos de pesquisa completos e revisões abrangentes. Seu foco é incentivar cientistas a divulgarem resultados teóricos e experimentais com o máximo de detalhes possível, incluindo metodologias completas para permitir a reprodução dos experimentos.

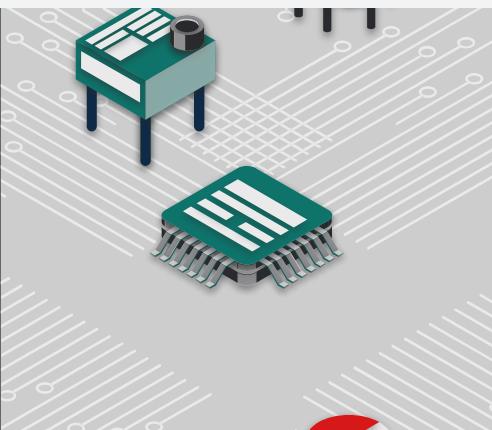


## A1 – Elsevier IOT Journal

- Elsevier Internet of Things Journal  
CiteScore: 14,2

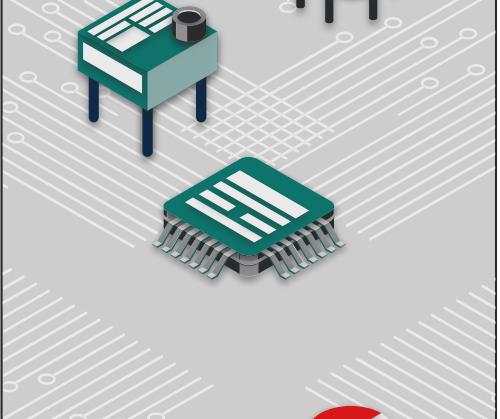
A revista "Internet of Things; Engineering Cyber Physical Human Systems" é uma publicação abrangente que incentiva a colaboração entre pesquisadores, engenheiros e profissionais da área de Internet das Coisas e Sistemas Cibernetico-Físicos Humanos. A revista oferece uma plataforma única para troca de informações científicas sobre toda a amplitude da tecnologia, ciência e aplicações sociais da Internet das Coisas.

# A1 – IEEE Sensors Journal



- IEEE Sensors Journal  
CiteScore: 7
- IEEE Sensors Letters  
CiteScore: 4,9

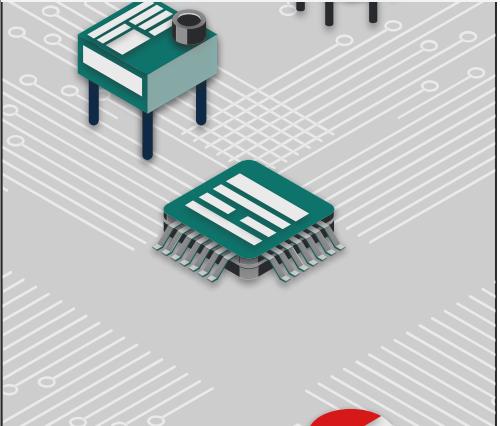
A revista "IEEE Sensors Journal" foca em sensores e atuadores integrados, cobrindo a teoria, projeto, fabricação, produção e aplicação de dispositivos que detectam e convertem fenômenos físicos, químicos e biológicos. A revista dá ênfase aos aspectos eletrônicos e físicos desses sensores, contemplando tanto as tecnologias já estabelecidas na área da engenharia elétrica e eletrônica (IEEE) quanto as novidades emergentes.



## A1 – IEEE Internet of Things Journal

- IEEE Internet of Things Journal  
CiteScore: 17,4

O tópico aborda as demandas da Internet das Coisas (IoT), seus impactos e implicações para as tecnologias de sensores, o gerenciamento de big data e o design da internet do futuro. Isso será analisado em diversos casos de uso da IoT, como cidades inteligentes, ambientes inteligentes e casas inteligentes, entre outros.

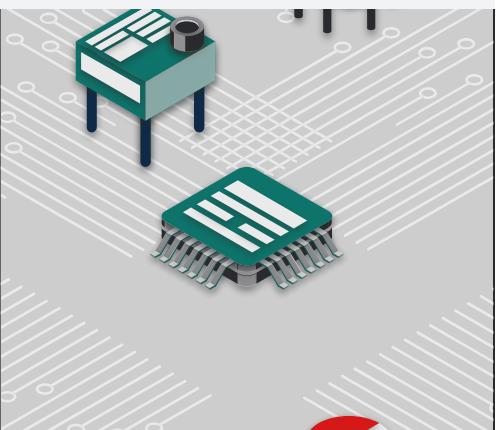


## A1 – IEEE International Joint Conference on Neural Networks

- IEEE International Joint Conference on Neural Networks  
CiteScore: 2,5

Ela cobre uma ampla gama de tópicos no campo de redes neurais, desde a modelagem de redes neurais biológicas até a computação neural artificial.

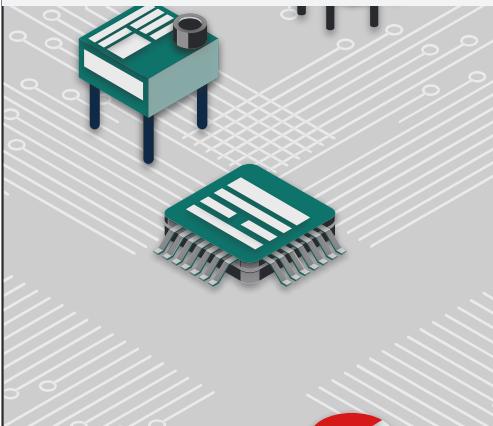
# QUALIS A2

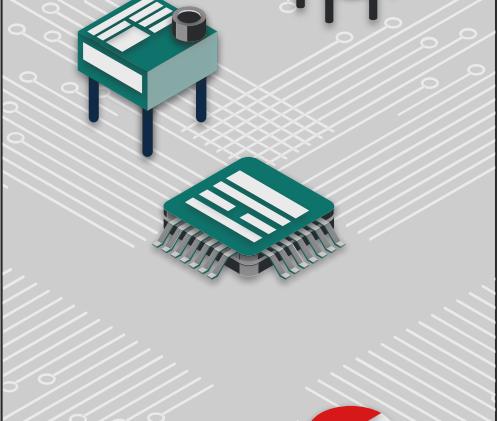


- IFIP Advances in Information and Communication Technology
  - Artificial intelligence
- Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
- Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems
  - Artificial Intelligence and Deep Learning, Internet of Things, Intelligent Video Analytics and Vision Systems, Biomedical Circuits and Systems, Big Data Processing, Digital Integrated Circuits and Systems, Communications Circuits and Systems and more.

# Outras Menções

- IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT (MetroInd4.0&IoT)
- IEEE International Workshop on Metrology for Automotive, MetroAutomotive
- IEEE Globecom Workshops





# Tabela completa

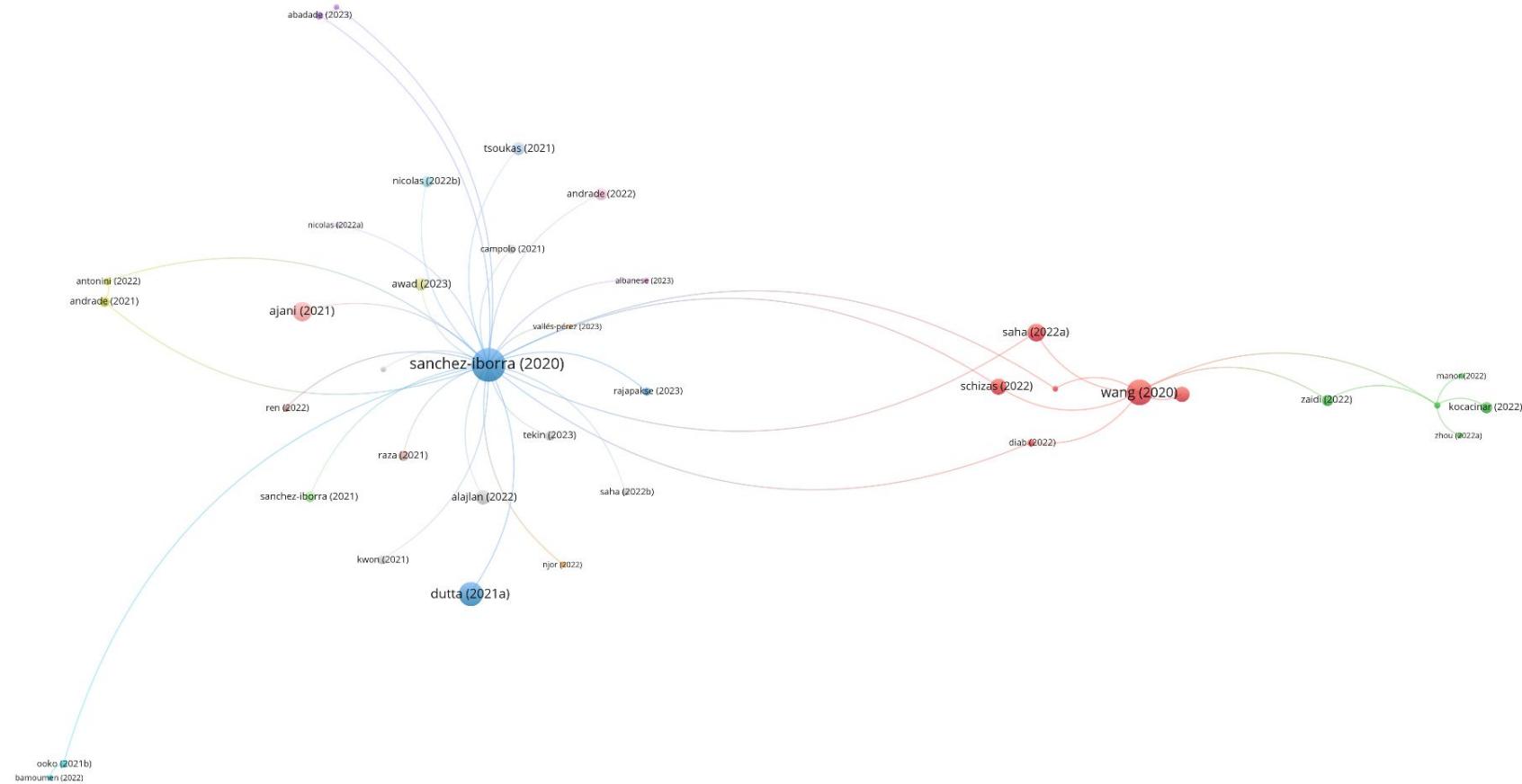
- Link para a tabela de jornais e conferências selecionadas
  - [Pesquisa SCOPUS](#) Pesquisa Inicial
  - [Jornais e Conferências \(SCOPUS\)](#)
  - [Coleta de Trabalhos \(SCHOLAR\)](#)

**02**

# Trabalhos



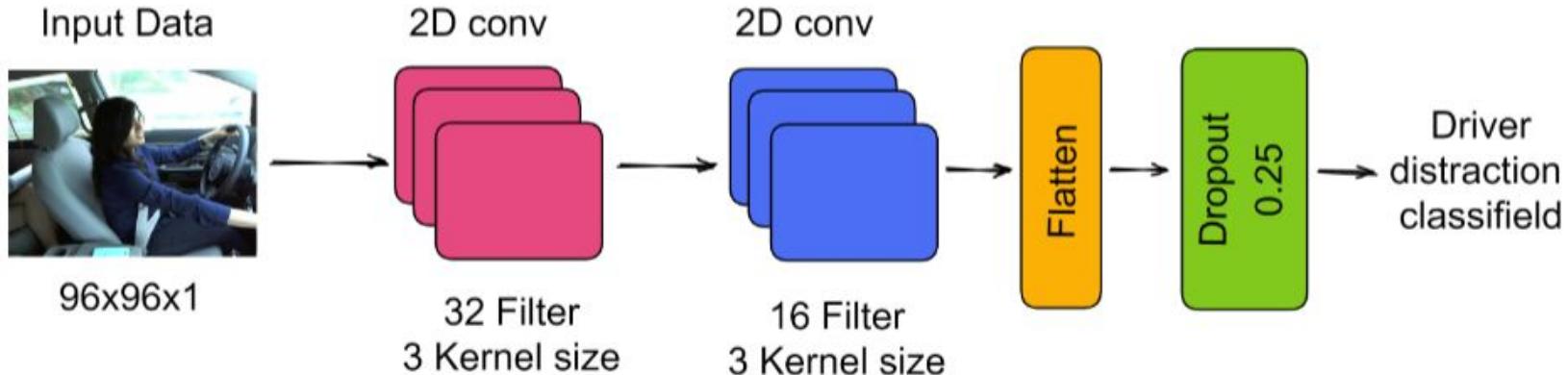
# VOSViewer Pesquisa SCOPUS.csv



# TinyML for Safe Driving: The Use of Embedded Machine Learning for Detecting Driver Distraction [3]

- Uma das principais causas de acidentes de trânsito
  - Distração do motorista é responsável por 18% dos acidentes no mundo
  - Desenvolver um mecanismo que identifique comportamentos perigosos
- O artigo propõe:
  - Embarcar modelos de machine learning (TinyML)
  - Detecção de distração do motorista utilizando imagens capturadas do motorista no interior do veículo
- Edge Impulse
  - Plataforma que realiza todo o pipeline de ML
    - Pré-processamento
    - Treinamento
    - Análise dos modelos
    - Deploy no dispositivo embarcado (Arduino Portenta H7)
- Espera-se que:
  - O sistema irá reduzir potencialmente os acidentes causados por distrações do motorista.

# Modelo sugerido



- Modelo com alta acurácia, porém:
  - Treinar modelos menores/diferentes e avaliar o desempenho em relação ao:
    - Otimizar consumo de memória
    - Otimizar processamento
    - Otimizar consumo de energia
    - Otimizar tempo de inferência

# Resultados

- São apresentadas matrizes de confusão para os conjuntos de dados de teste e validação, juntamente com o F1-SCORE.

CONFUSION MATRIX FOR THE VALIDATION SET.

	C0	C1	C2	C5	C6
C0	99.2%	0%	0%	0.8%	0%
C1	0.3%	99.5%	0%	0.3%	0%
C2	0%	0%	99.2%	0.5%	0.3%
C5	0.5%	0.3%	0%	99.2%	0%
C6	0%	0%	0.3%	0.3%	99.5%
F1-SCORE	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00

CONFUSION MATRIX FOR THE TEST SET.

	C0	C1	C2	C5	C6
C0	98.8%	0.4%	0.2%	0%	0%
C1	0%	99.8%	0%	0%	0%
C2	0%	0.4%	98.7%	0%	0.2%
C5	0.9%	0%	0%	99.1%	0%
C6	0%	0.2%	0%	0.2%	99.2%
F1-SCORE	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

# Resultados

- Também é apresentado uma tabela com os custos para se realizar a inferência no dispositivo

Model Type	Inference Time	Peak-RAM Usage	Flash Usage
float32	131 ms	642.7 KB	117.6 KB
int8	72 ms ( $\approx 45\%$ ) ↓	164 KB ( $\approx 74\%$ ) ↓	52.7 KB ( $\approx 55\%$ ) ↓

# Discussão

- Reprodutibilidade
  - Dataset não é disponibilizado
  - Modelo não é disponibilizado
  - Firmware não é disponibilizado
- Testes reais
  - Portenta H7
  - Autores citam onde o dispositivo deve ser instalado.
  - Não foi informado se o dispositivo foi testado fisicamente.
- Escolha do dispositivo
  - Poderia ter sido escolhido um dispositivo com menores capacidades
    - Mais barato
    - Menor consumo
    - Melhor custo benefício

# Reprodução - Edge Impulse

- Arduino Nano 33 BLE SENSE
- Projeto

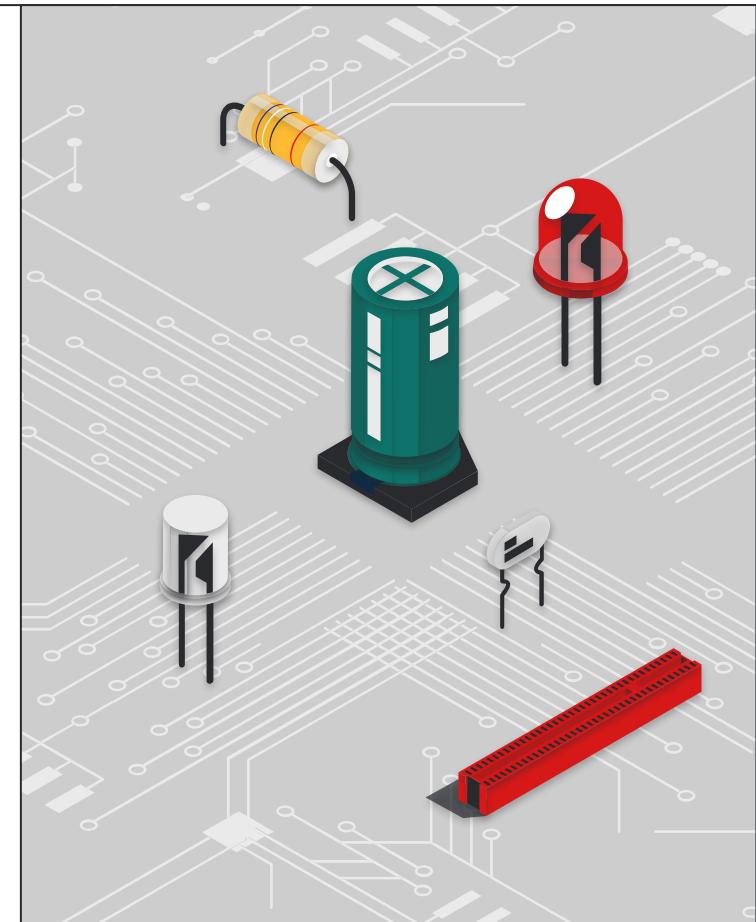


# **DDD TinyML: A TinyML-Based Driver Drowsiness Detection Model Using Deep Learning [4]**

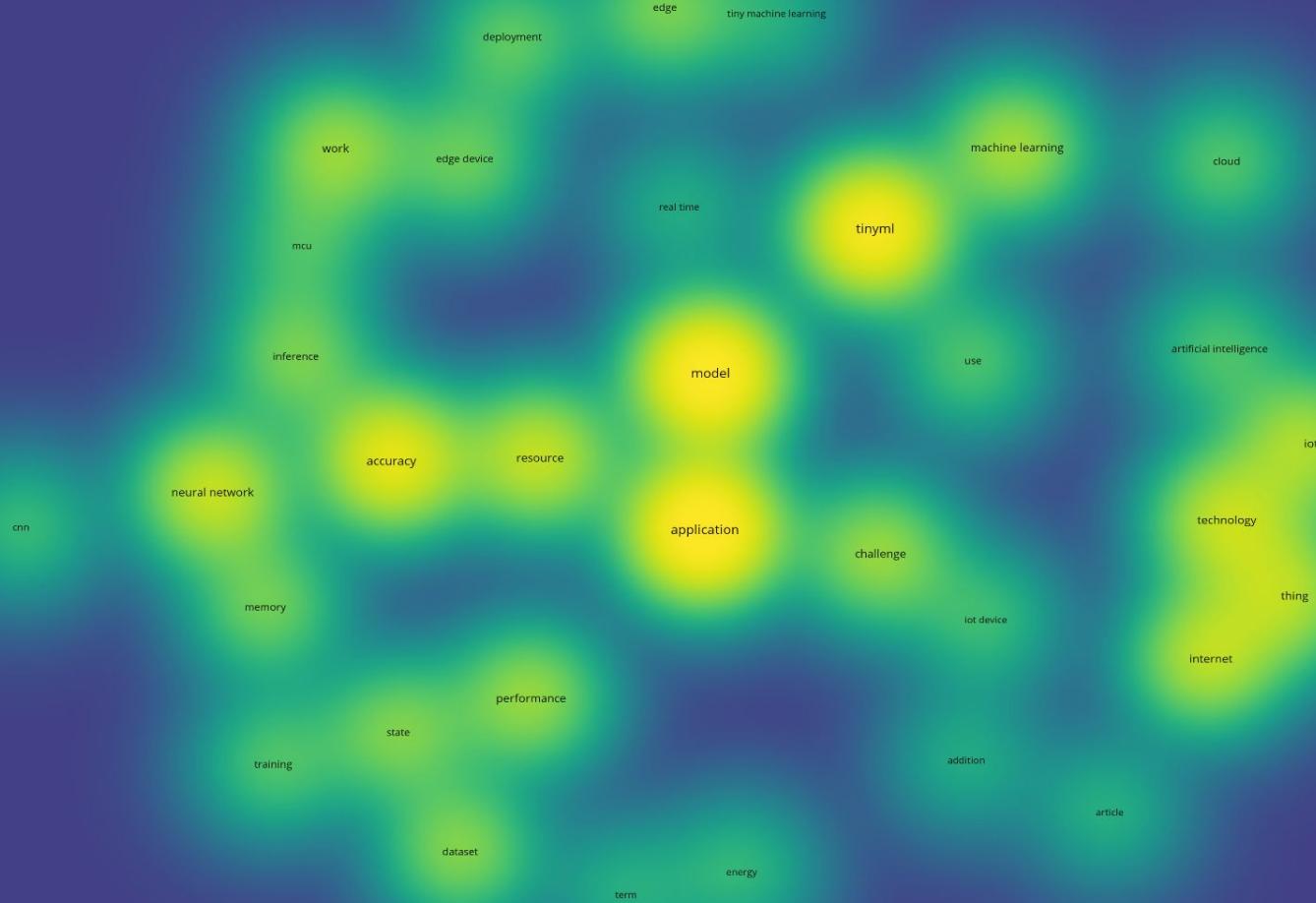
- Autores testam diversos modelos
  - Tamanho
  - Acurácia
- Dataset é citado
- Github é disponibilizado
  - <https://github.com/nourahnasser15/TinyML/tree/main>
- Modelos não foram embarcados

**03**

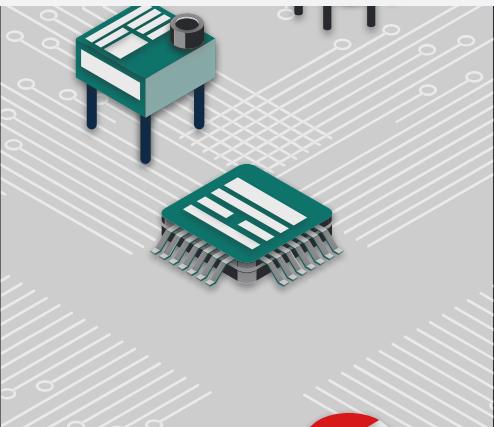
# Cenário Atual e Tendências



# VOSViewer Pesquisa SCOPUS.csv



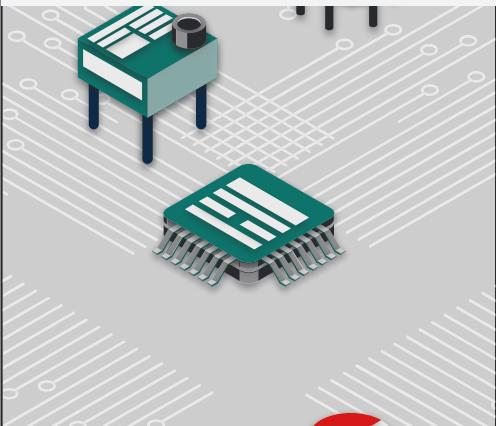
# Cenário Atual e Tendências



- Maior demanda por inteligência embarcada
  - Exigindo processamento local para tempos de resposta mais rápidos e privacidade de dados.
- Crescimento da Internet das Coisas (IoT):
  - A proliferação de dispositivos conectados à internet impulsiona a demanda por soluções de aprendizado de máquina embarcadas e eficientes.
  - Internet of Intelligent Things: sistemas embarcados, edge computing, machine learning

# Cenário Atual e Tendências

- Avanços em hardware e software:
  - Hardwares de baixo custo e alto desempenho, juntamente com frameworks e ferramentas de software otimizados para TinyML, facilitam o desenvolvimento e a implementação de aplicações inteligentes em dispositivos com recursos limitados.
- Maior conscientização e interesse:
  - A comunidade está cada vez mais ciente dos benefícios do TinyML, investindo em pesquisas e desenvolvimentos que impulsionam a inovação nesse campo
- Casos de uso inovadores:
  - Diversas áreas já estão se beneficiando do TinyML, como saúde, agricultura, manufatura e varejo, demonstrando o potencial da tecnologia para resolver problemas reais e criar novas oportunidades.



On-Device Sensor Analytics

Lower Carbon Footprint

Improving Security

Offline Capability

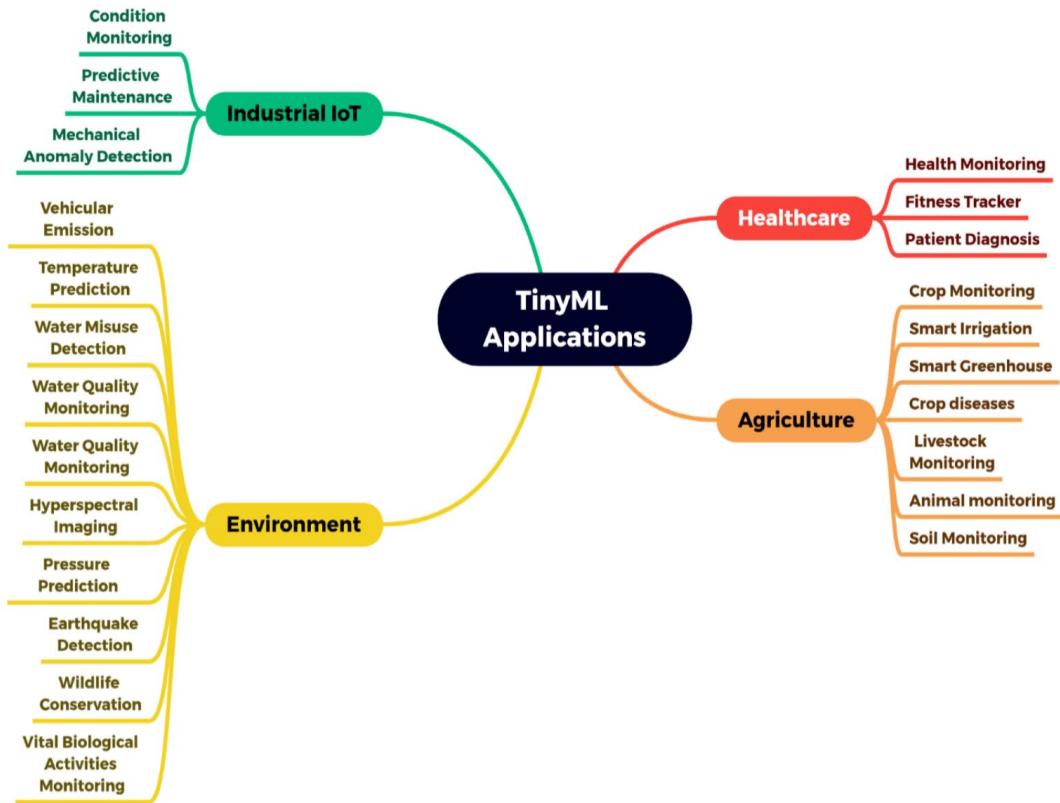
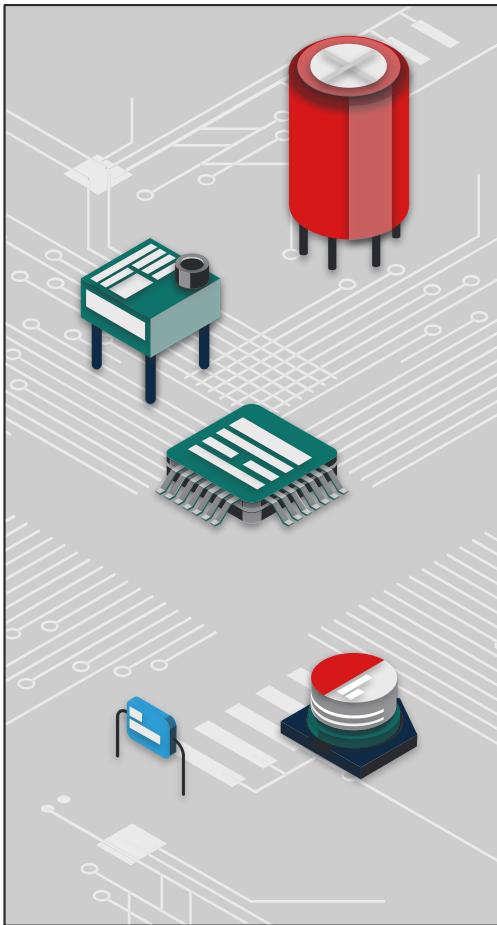
Low Energy Consumption

Low Latency

Improving Privacy

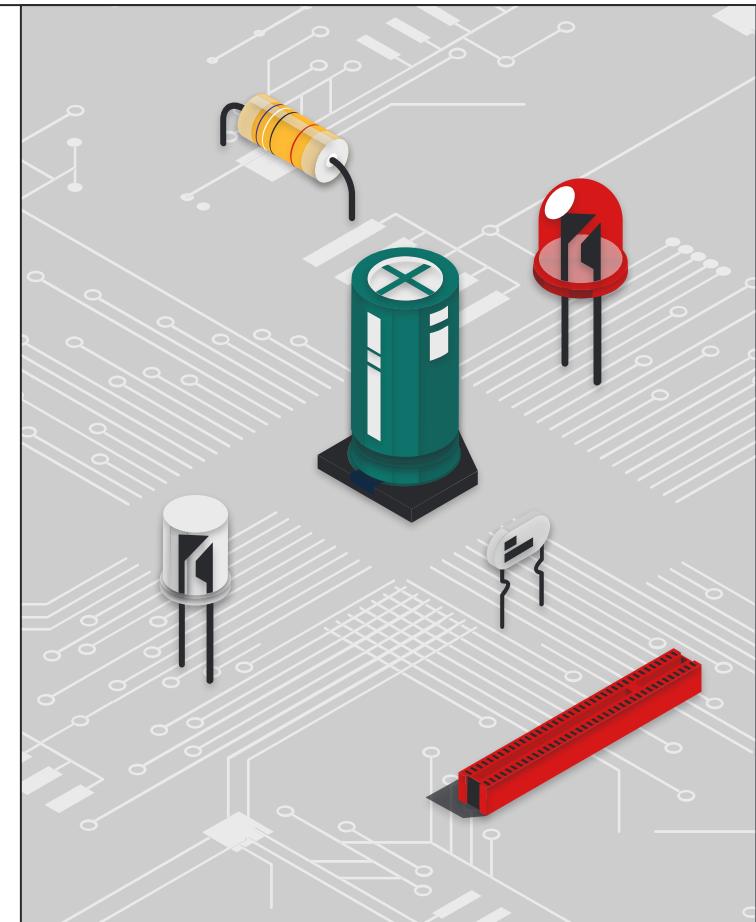
Low Cost

## TinyML Benefits



**04**

# Direções para o Mestrado



# TCC – Introdução

- Segurança no trabalho
  - Construção civil, indústrias
  - Risco ocupacional
  - Condições pobres de trabalho
- Reduzir os riscos
  - Trabalhador
  - Empresa
- Visão computacional
  - Processamento de imagem
  - Redes neurais
- Sistemas embarcados
  - TinyML



Porte do capacete, imagem gerada pelo autor.

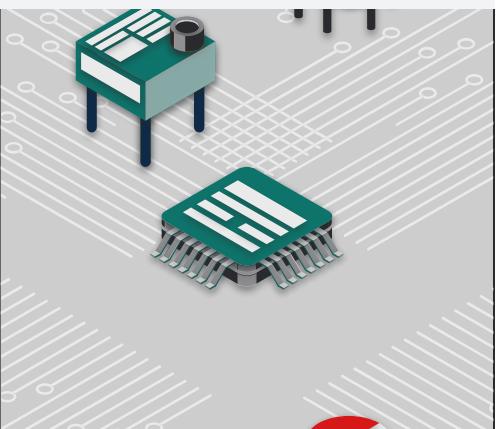
# Objetivos

- Criar o banco de dados
- Treinar modelos para a classificação do uso correto do capacete
- Avaliar os diversos modelos
  - Acurácia
  - Tamanho
- Analisar a viabilidade de embarcar esses modelos em microcontroladores
  - STM32L452
  - NRF52840
  - ESP32-S
  - NRF54H20
- Elencar os melhores modelos para cada microcontrolador
- Propor trabalhos futuros

# Uso correto/Incorreto

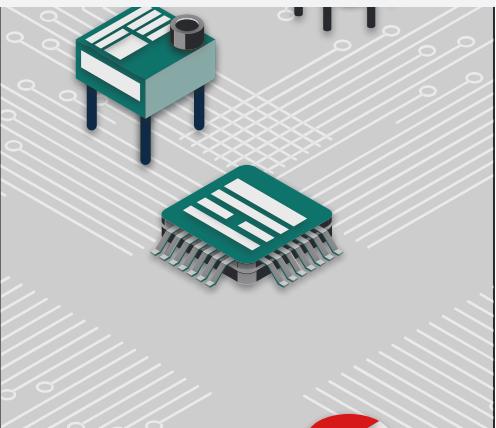


# Direções para o Mestrado



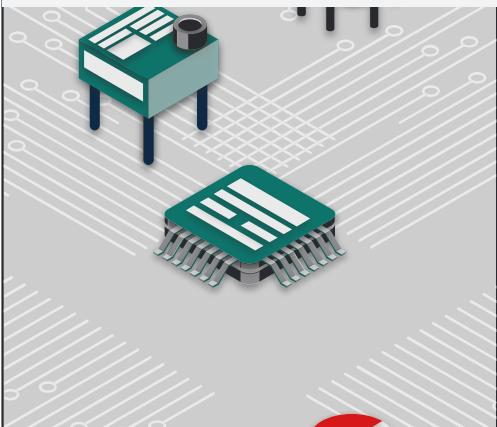
- Qualificação
  - Embarcar algum modelo na ideia do TCC
  - Uso de Capacete de Segurança
  - Reprodução do artigo de falta de atenção ao dirigir
- Mestrado
  - Continuar explorando a área do TCC
  - Detecção de anomalia com aplicação na indústria
  - Detecção de anomalias em painéis fotovoltaicos
    - Thermal imaging cameras: a fast and reliable tool for testing solar panels.
  - Detecção de sonolência em motoristas

# Direções para o Mestrado



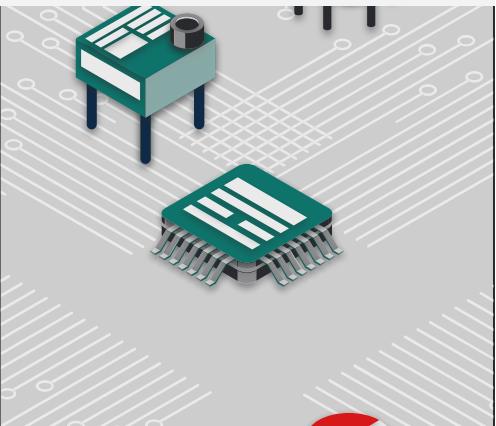
- Desenvolver um sensor 'inteligente'
  - Aplicações na agricultura
  - Meio ambiente
  - Transito
  - Indústria
- Explorar mais sobre o artigo de falta de atenção ao dirigir

# Dispositivos e Plataformas



- Arduino Nano 33 BLE Sense
  - Arduino IDE - C/C++
  - Muitos exemplos
  - Poucos recursos de memória e processamento
  - Facilmente integrável com o Edge Impulse
- ESP32S3
  - Arduino IDE C/C++
  - ESP-IDF C/C++
  - Mais recursos
  - EloquentArduino

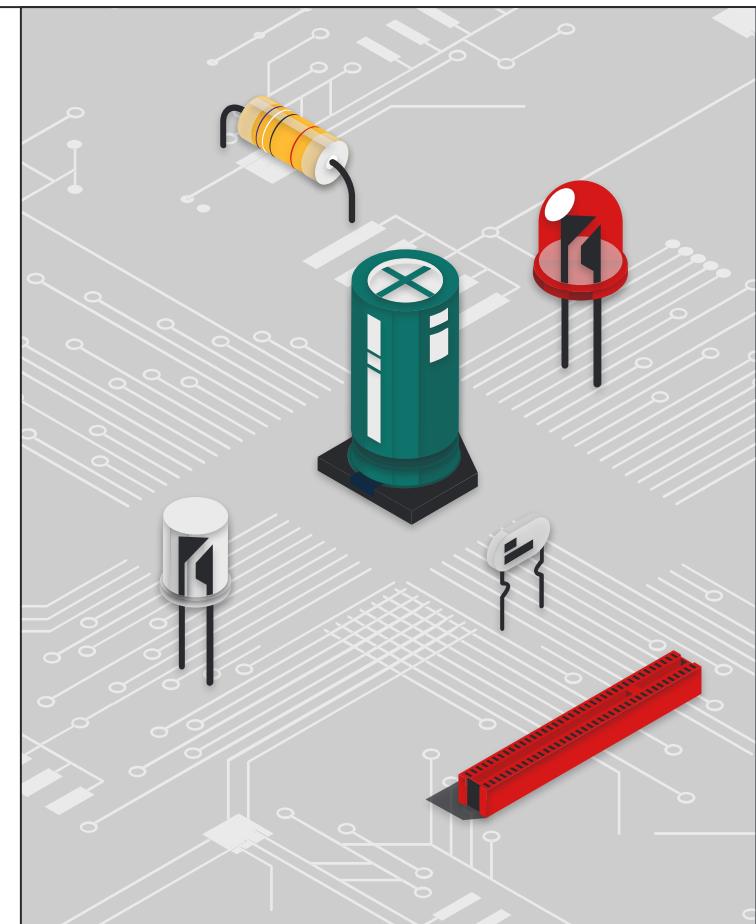
# Dispositivos e Plataformas

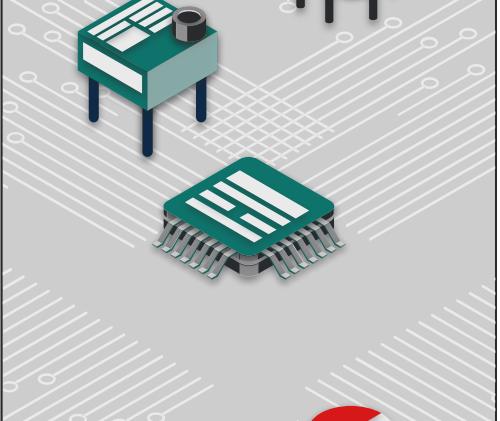


- STM32H7
  - STM32 CUBE AI C/C++
  - Não encontrei muitos exemplos
  - Mais recursos
  - Entender
    - DCMI - para receber as imagens da câmera
    - Como aplicar as imagens no modelo
- Outros dispositivos, plataformas e linguagens
  - Arduino mais potente
  - OpenMV
  - MicroPython

**05**

# Referências





# Referências

1. Tutorial: Como qualificar uma revista que não está no Qualis | FACE - PPGADM
2. SCOPUS, <https://www.scopus.com/home.uri>
3. FLORES, Thommas et al. TinyML for Safe Driving: The Use of Embedded Machine Learning for Detecting Driver Distraction. In: 2023 IEEE International Workshop on Metrology for Automotive (MetroAutomotive). IEEE, 2023. p. 62-66.
4. ALAJLAN, Norah N.; IBRAHIM, Dina M. DDD TinyML: a TinyML-based driver drowsiness detection model using deep learning. Sensors, v. 23, n. 12, p. 5696, 2023.

# Obrigado!

Alguma dúvida?  
[dnaa@ic.ufal.br](mailto:dnaa@ic.ufal.br)

