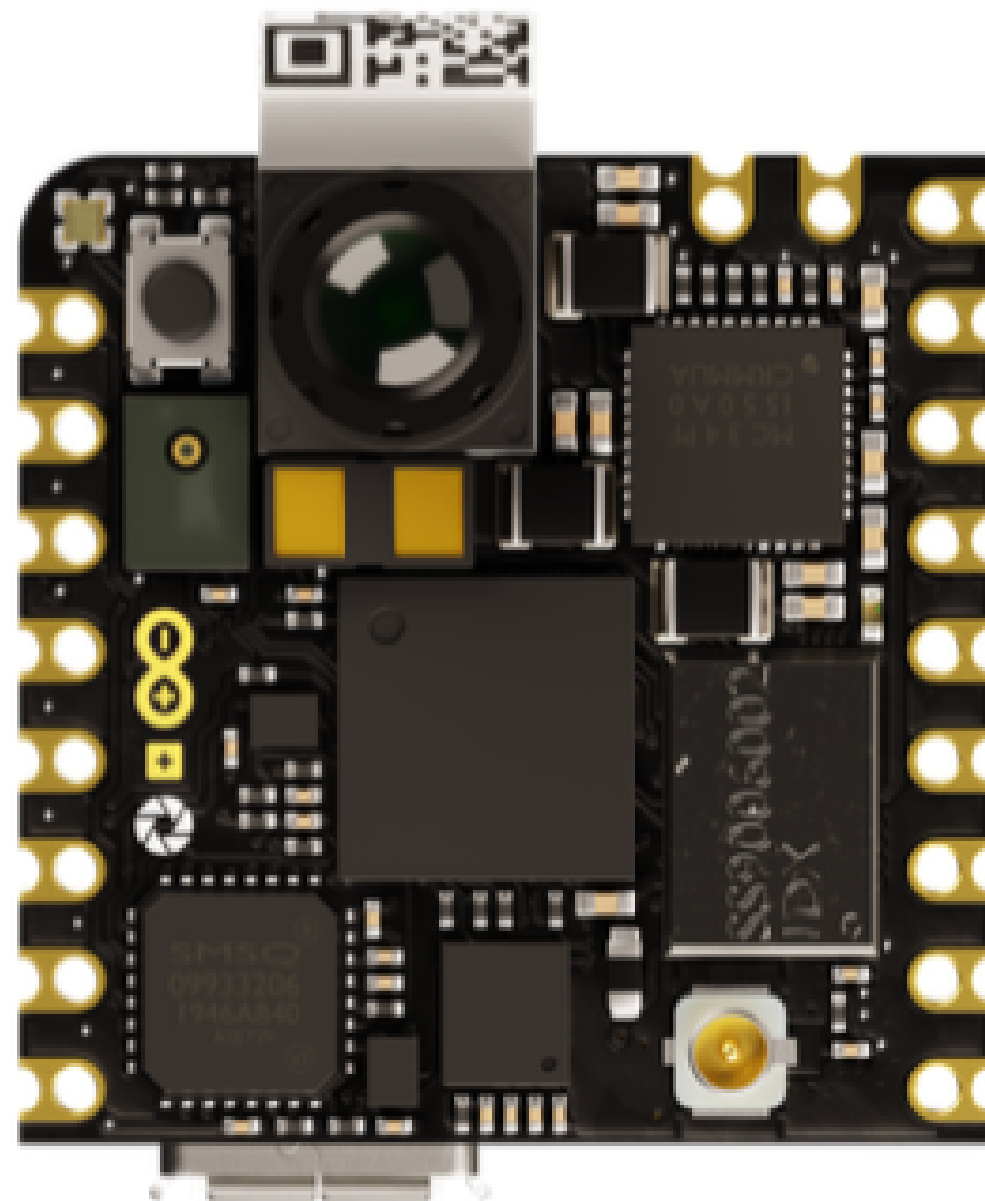


Nicla Vision

eXperiência Hands-on
Reconhecimento de Imagem
com Edge Computing e IA.

David Sousa-Rodrigues
27 de Junho 2025



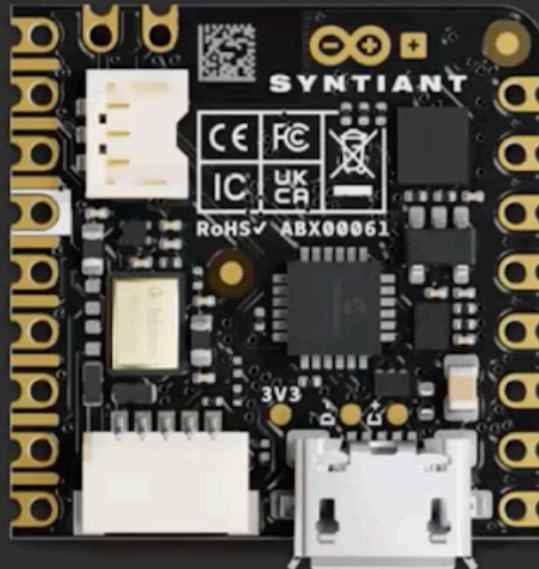
David Sousa-Rodrigues

- » Professor de Computação Física, Algoritmia, Design Computacional e Inteligência Artificial na Escola Superior de Artes e Design, Caldas da Rainha.

Nicla (família)



Nicla Vision



Nicla Voice



Nicla Sense ME

Processador

Dual-core STM32H747, que inclui um Cortex M7 a 480MHz e um Cortex M4 a 240MHz. Entre eles comunicam via RPC (remote procedure calls).

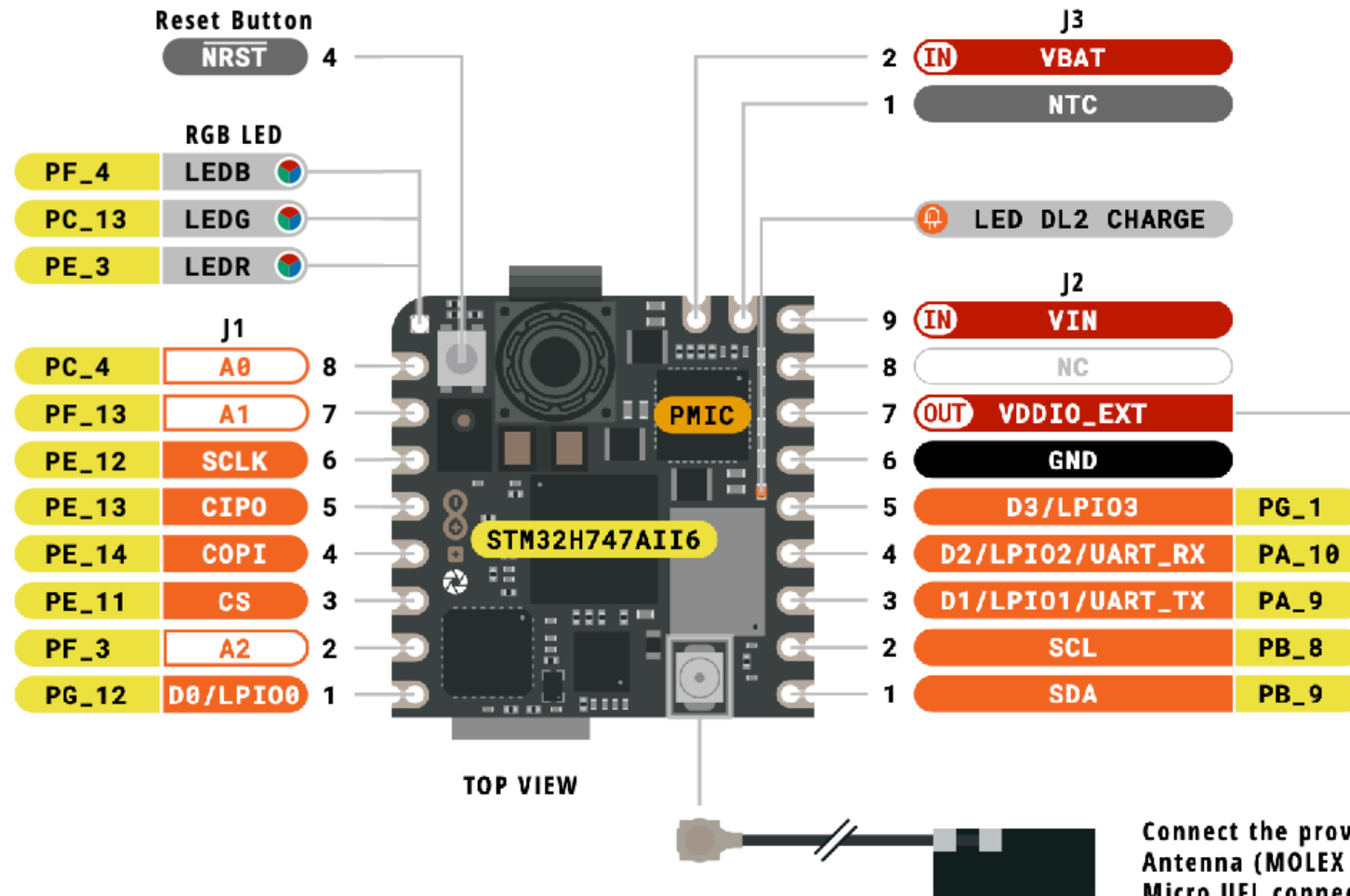
Inputs / Sensors

- Câmara
- Time-of-flight long distance ranging sensor (IR - luz 940nm, ± 4 m distância)
- Microfone omnidireccional
- IMU de 6-eixos (inertial measurment unit) (3 eixos acelerómetro + 3 eixos giroscópio), tem capacidades de ML para p.e. Fazer deteção de gestos e evitar congestionar o processador principal com essa tarefa.

Comunicação

- USB
- Wifi + Bluetooth
 - Wifi b/g/n pode funcionar como Ponto de Acesso (AP), Cliente (STA) ou ambos simultaneamente. Velocidade máxima 65Mbps
 - Bluetooth suporta BT clássico e BLE. Antena é partilhada tanto por Wifi como BT.
- UART
- I2C
- SPI

Pinout (frente)

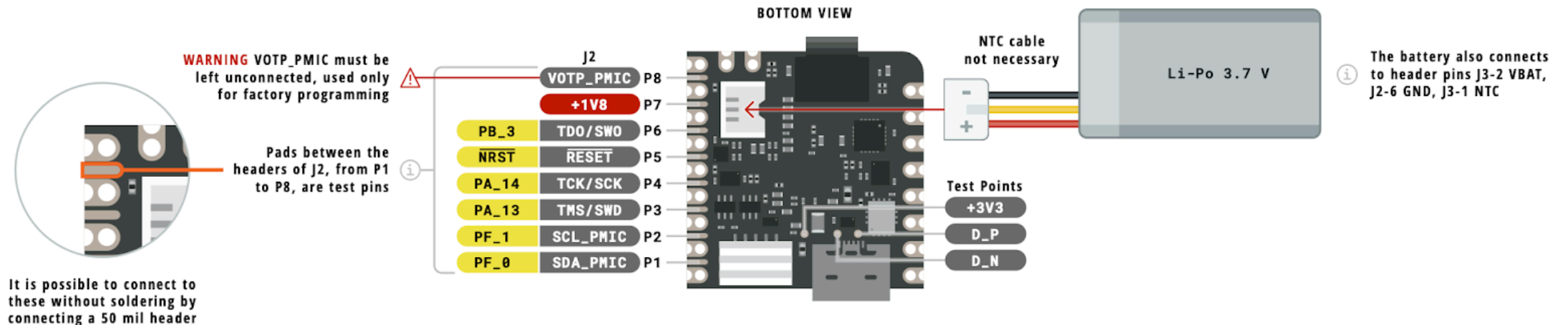


Digital Pins voltage level can be forced externally through VDDIO_EXT or internally set to 3.3V or 1.8V by software (to force the voltage externally, the buck converter no. 2 of the PMIC must be shut down)

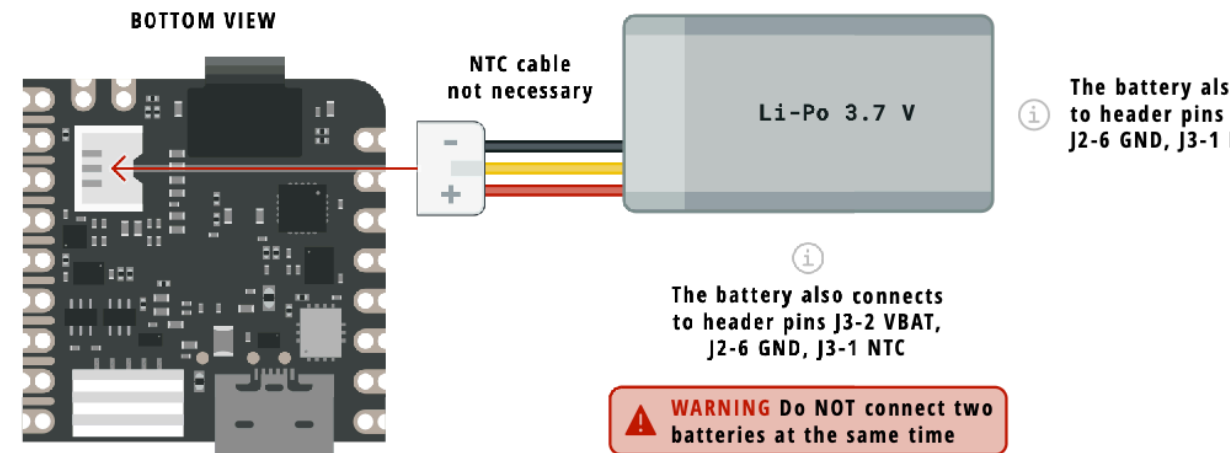
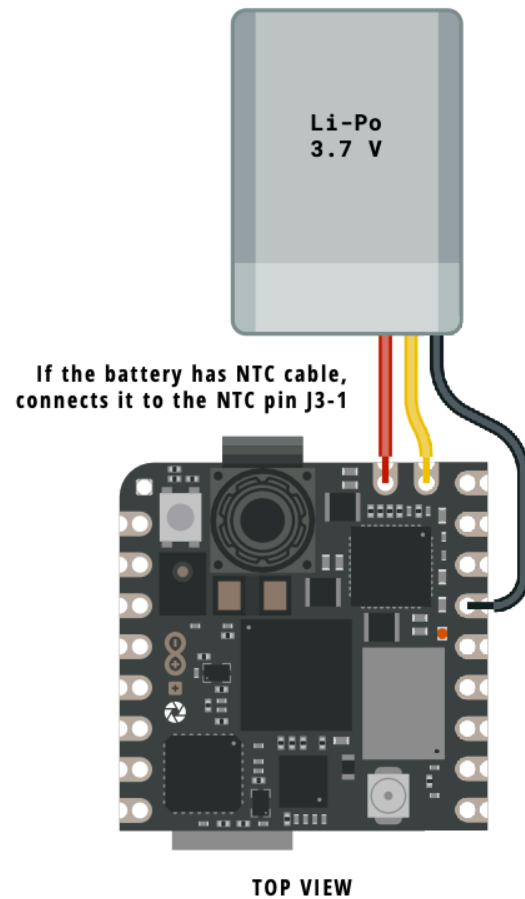
Analog pins work only at 1.8V

Connect the provided WiFi/Bluetooth Antenna (MOLEX 2.4/5GHz) with the Micro UFL connector on the Nicla Vision

Pinout (traseira)



Alimentação



Câmara

- ▮ 2 Megapixel CMOS
- ▮ Ângulo do visão: 80°
- ▮ Distância focal: 2.2mm

Machine Learning

Um dos atrativos principais da Nicla Vision é a possibilidade de fazer Computer Vision diretamente no microcontrolador.

Há vários modelos “leves” que permitem correr de forma “leve”

- YOLO (You Only Look Once)
- Mobilenet
- Ambos os modelos são bastante grandes para correrem diretamente num μC .
- FOMO (Fewer Objects, More Objects)
Versão mais rápida e leve cujo objetivo é correr em μC .

Comparar EdgImpulse com Teachable Machine

- O Teachable Machine Pode permitir uma primeira abordagem ao treino de modelos personalizados antes de estarmos a trabalhar mesmo com Hardware.
- <https://teachablemachine.withgoogle.com/> (O Teachable Machine também permite criar modelos personalizados de CV para arduinos—ver modelos compatíveis).

Exemplos de atividades:

- Blink do LED
- 1 Led
- LED RGB
- Explorando exemplos com os sensores:
- IMU (accelerómetro e giroscópio)
- Microfone
- ToF (sensor de distância)
- Capturar Imagem e mostrar
- Gravar imagens para a memória
- Enviar imagem via RTSP (necessita uma WiFi configurável para podermos aceder, poderá funcionar com a Nicla como AP?!)
- AI e Edge Computing

Sugestões de atividades

- Detecção de movimento e captura de imagem
- Tracker de objeto baseado em Cor
- LED / Câmera ativada baseada em som?
- Captura de vídeo baseado no IMU (por exemplo num acidente?)

Parte prática

Hello World (pisca-pisca do LED)

O exercício encontra-se na pasta `./code/1-inicio`

O ficheiro `11_blink.py` contém instruções para acender o LED azul

O ficheiro `12_blink_all.py` contém instruções para acender os 3 LEDs em sequência (Red, Green, Blue).

Para experimentar cada um dos exemplos abra o ficheiro a partir do OpenMV IDE, conecte a Nicla Vision e depois corra o código.

Exemplo `11_blink.py`

```
import time
from machine import LED

TIME_TO_WAIT = 500
led = LED("LED_BLUE") # Also available: LED_RED, LED_GREEN

while True:
    led.on()
    time.sleep_ms(TIME_TO_WAIT)
    led.off()
    time.sleep_ms(TIME_TO_WAIT)
```


Exemplo `12_blink_all.py`

```
import pyb

TIME_TO_WAIT = 500
redLED = pyb.LED(1) # built-in red LED
greenLED = pyb.LED(2) # built-in green LED
blueLED = pyb.LED(3) # built-in blue LED

while True:
    redLED.on()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)
    redLED.off()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)

    greenLED.on()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)
    greenLED.off()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)

    blueLED.on()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)
    blueLED.off()
    pyb.delay(TIME_TO_WAIT)
```

Hello World (blink)

Nos dois exemplos apresentados observamos:

- Utilizamos python (Micropython em vez de C++, tradicionalmente utilizado com Arduinos)
- É possível utilizar C++ mas obriga a mudar o firmware da placa.
- Vemos duas formas diferentes de aceder ao hardware (LED), utilizando a biblioteca `pyb` e a biblioteca `machine`
- A `pyb` é específica para a placa **pyboard**, vendida pelo **micropython** mas compatível com a Nicla Vision.
- A `machine` é genérica para acomodar diversas boards.

—

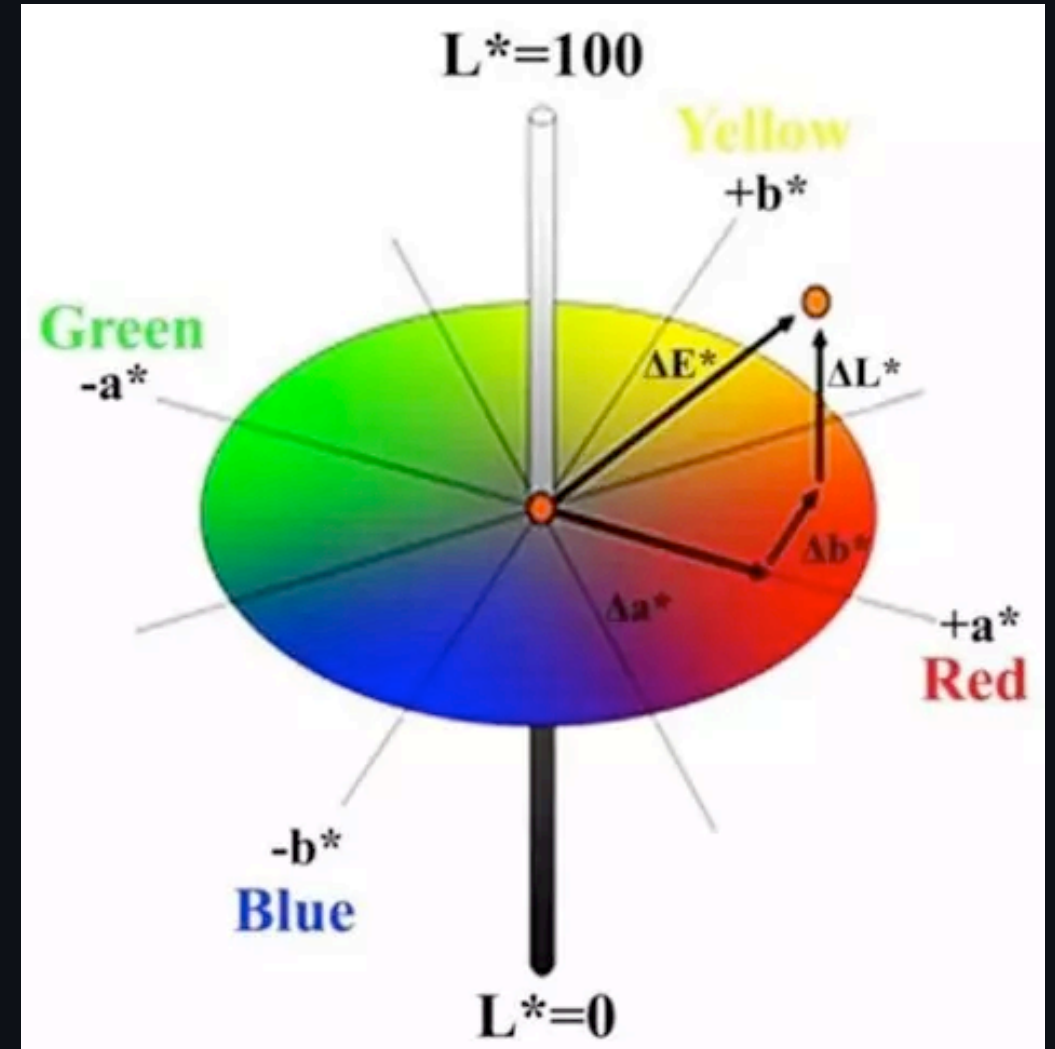
<https://docs.micropython.org/en/latest/index.html>

Deteção de Blobs de cor.

Abra o exemplo

`31_blob_detection.py` no editor
OpenMV IDE.

- O Detetor de blobs funciona em espaço de cor $L^*a^*b^*$ (Lightness, a^* , e b^* , sendo que o a^* é b^* representa a percepção de cor vermelho–verde e azul–amarelo



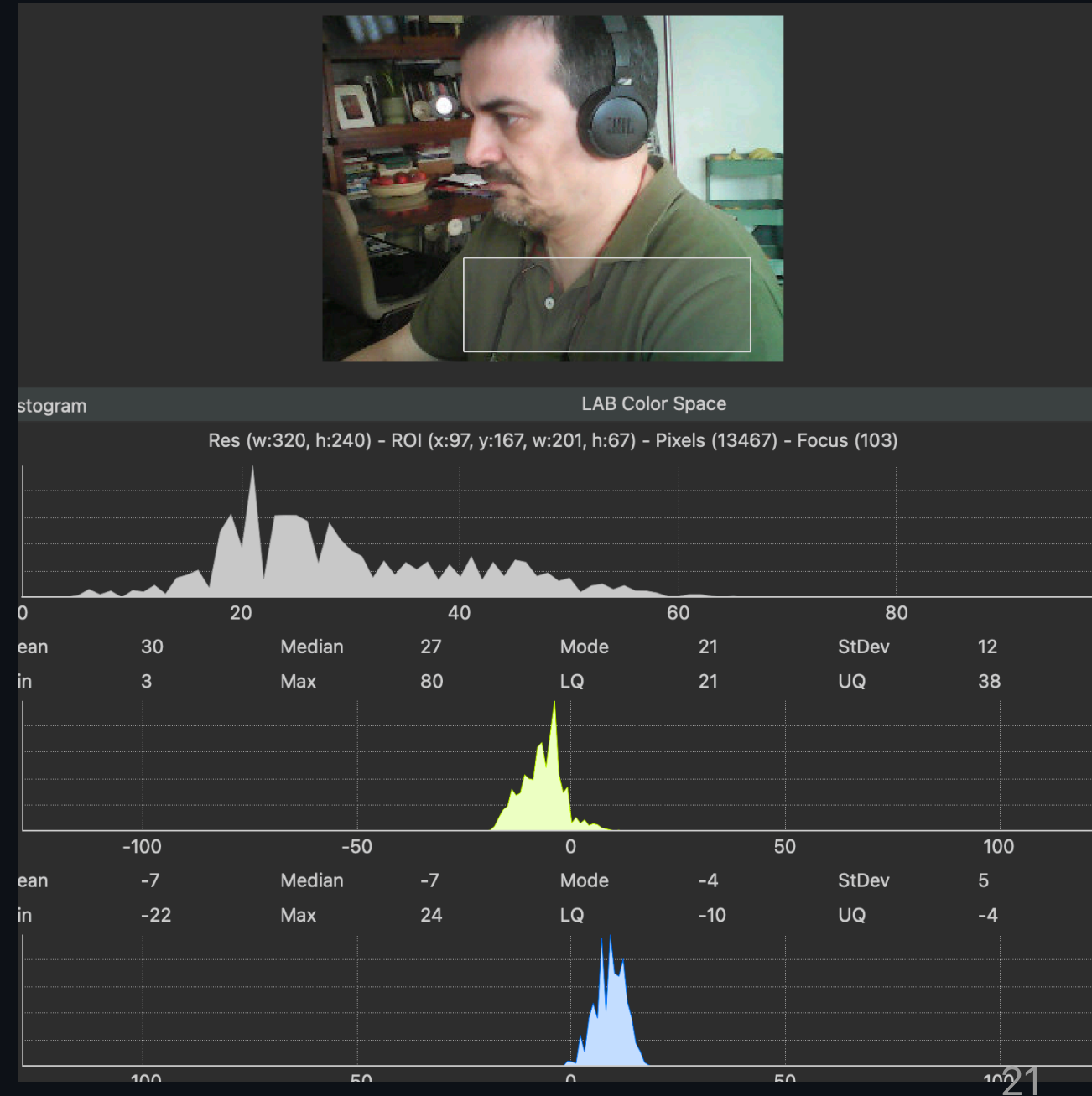
Detecção de Blobs

Estrutura do código

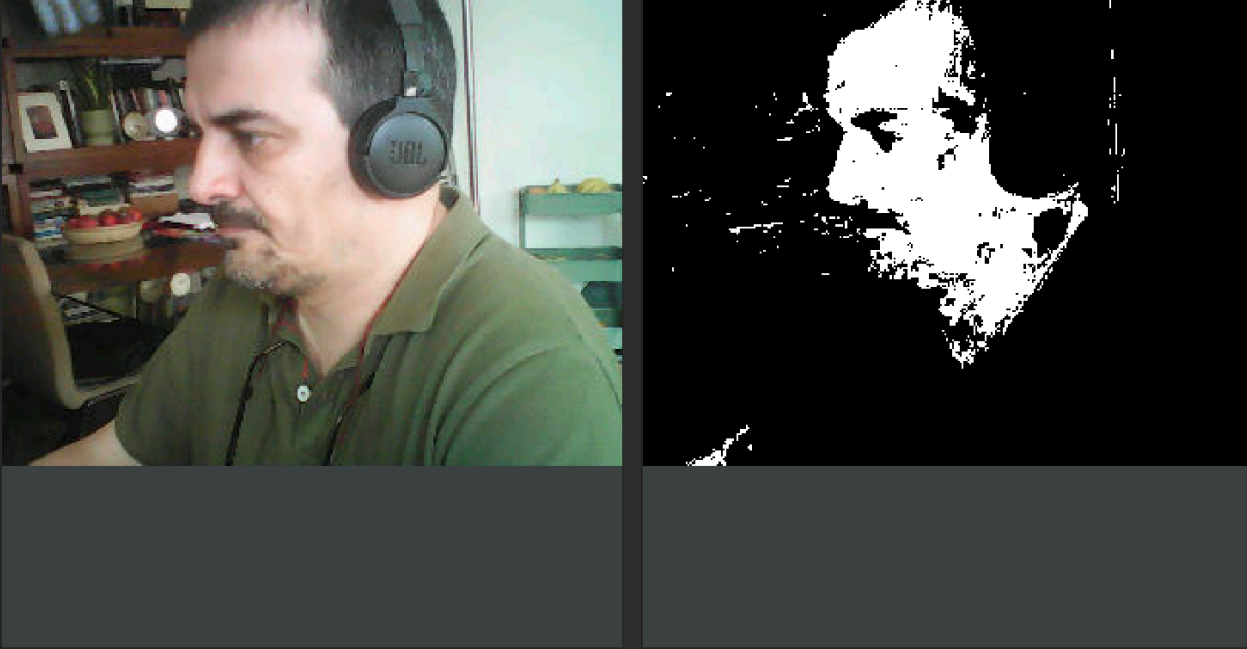
```
importa módulos necessários
definir variáveis de captura da Nicla Vision
definir mínimos e máximos para os diversos blobs
e um conjunto de cores para os representar
inicializa o relógio
loop continuo:
    captura imagem
    encontra blobs
    para cada blob
        desenha um rectângulo e uma cruz no centro
    um pequeno delay
    imprime o n.º de frames por segundo
```

Deteção de Blobs - atividade

- » Escolha dois objetos de cores diferentes.
- » Corra o modelo
`31_blob_detection.py`
- » Defina o espaço de cores como LAB a partir do drop-down da interface.
- » Mostre à câmara um objeto colorido (por exemplo uma t-shirt) e na imagem capturada pela câmara desenhe um retângulo de forma a capturar a maioria desse objeto.
- » No histograma LAB tome nota dos valores min e max para cada



- Em alternativa aos dois últimos pontos, utilize a ferramenta **Tools > Machine Vision > Threshold Editor** para definir os mínimos e máximos de uma forma visual.
- Corra o modelo novamente e agora mostre os objetos à câmara. Verifique que os blobs são detetados.



The screenshot displays the Threshold Editor interface. On the left, a video feed shows a man wearing headphones. On the right, the same frame is shown with a high-contrast threshold applied, making the man's face and clothing stand out against a black background.

Select the best color tracking thresholds. LAB ☐ Invert

Slider	Value
L Min	47
L Max	91
A Min	4
A Max	23
B Min	-6
B Max	21

LAB Threshold (47, 91, 4, 23, -6, 21)

Explore o código e responda (5 min):

- Qual o efeito de alterar o tamanho mínimo de deteção para áreas maiores e menores?
- Qual o efeito de não fazer merge dos blobs que se sobreponham?
- Qual o n. de frames por segundo máximo que obtém? (comentem a linha com o delay)