

EGM0017 (60h)

# Fluxo e metodologias de projeto de Sistemas Embarcados

**Prof. Josenalde Barbosa de Oliveira – UFRN**

 [josenalde.oliveira@ufrn.br](mailto:josenalde.oliveira@ufrn.br)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecatrônica

# Aqui podemos lembrar esta categorização...



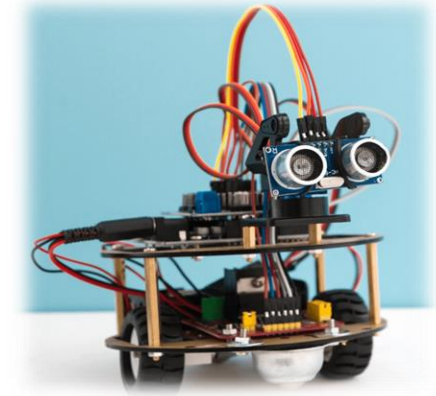
**Bare-metal:** requisito de baixo consumo; alto nível de controle de hw (regs, etc.); pequeno overhead de software; aplicações únicas e simples; focado em plataforma de hw específica; uC simples



**RTOS:** alto nível de controle de hw; overhead do escalonador; multithreading (bibliotecas comuns à outros hw); muitas tarefas Comunicação, UI etc.; mais portátil



**OS embarcado de propósito geral:** grande overhead (escalonador, Gerencia de memória); múltiplas tarefas complexas (rede, filesystem, UI etc.); em geral requer microprocessador com memória RAM/NVM maior; controle direto do hardware baixo, pois usa camadas de abstração – alguns exemplos em robótica agrícola-rural



<https://www.instructables.com/search/?q=esp32&projects=featured>

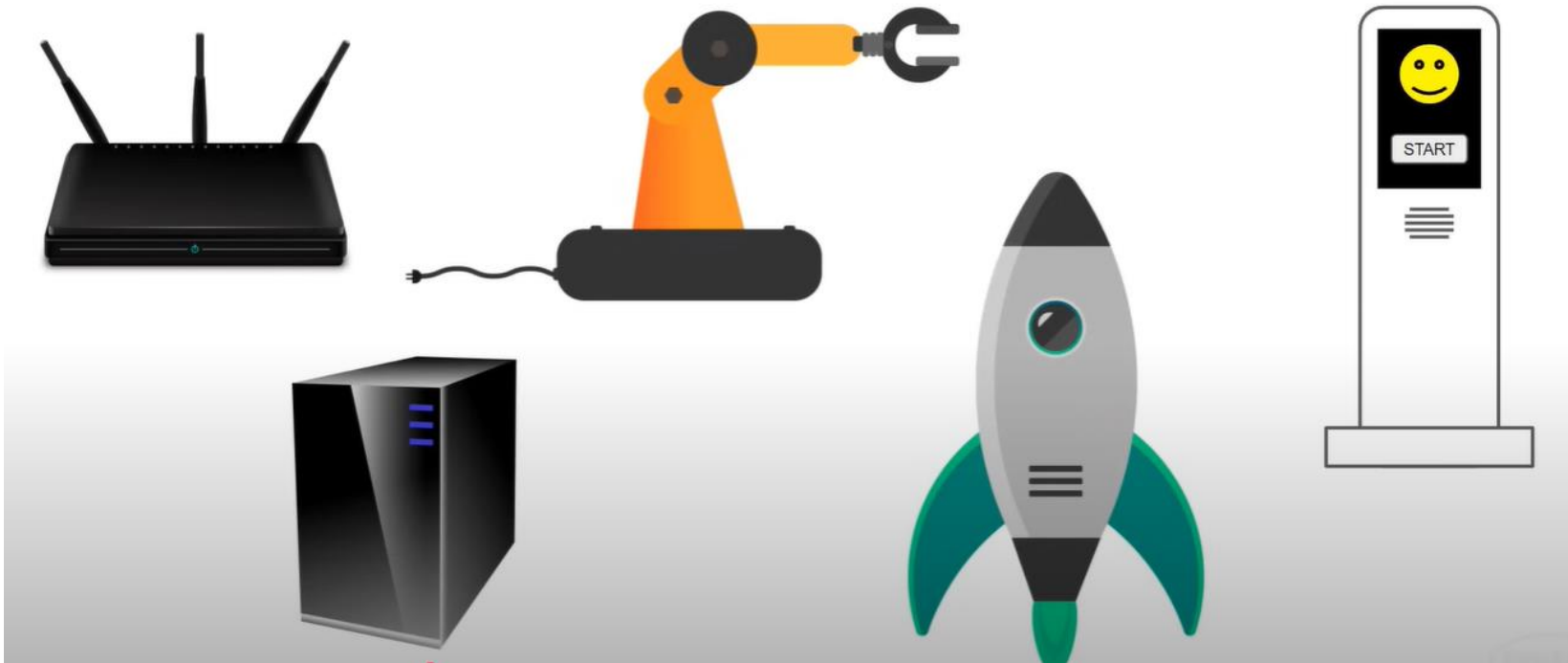


Fast Robotic Sailbot - INESCITEC

# Paralelizando código no Linux Embarcado (Embedded GPOS)

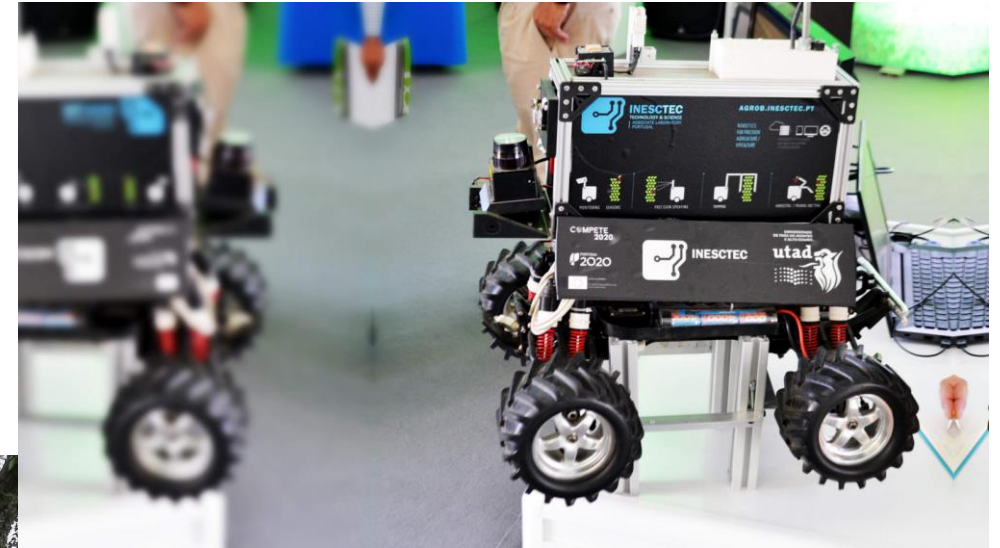
APIs como OpenMP, MPI estão disponíveis, além das threads [Posix](#), [pthreads](#), que podem ser usadas em códigos que justifiquem paralelizar, seja por escala, seja por adequação a dividir tarefas para depois uni-las em um resultado final

Adicionalmente pode-se customizar distro/kernel Linux com funcionalidades desejadas ([yocto](#), [buildroot](#), openwrt, etc.)





# Exemplo de aplicação (agrobots-inesctec)





# Exemplo de aplicação (agrobots-inesctec)

2015 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions

## Towards a Reliable Monitoring Robot for Mountain Vineyards

Filipe Neves dos Santos\*, Heber Sobreira\*, Daniel Campos\*, Raul Morais†, António Paulo Moreira\* and Olga Contente‡

\*INESC TEC - INESC Technology and Science (formerly INESC Porto) and Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal Email: {fbsantos, heber.m.sobreira, daniel.f.campos, antonio.p.moreira }@inesctec.pt

†INESC TEC - INESC Technology and Science (formerly INESC Porto) and Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD,

Vila Real, Portugal Email: rmorais@utad.pt

‡Instituto Politécnico de Viseu, ESTGV,

Viseu, Portugal Email: ocont@estv.ipv.pt

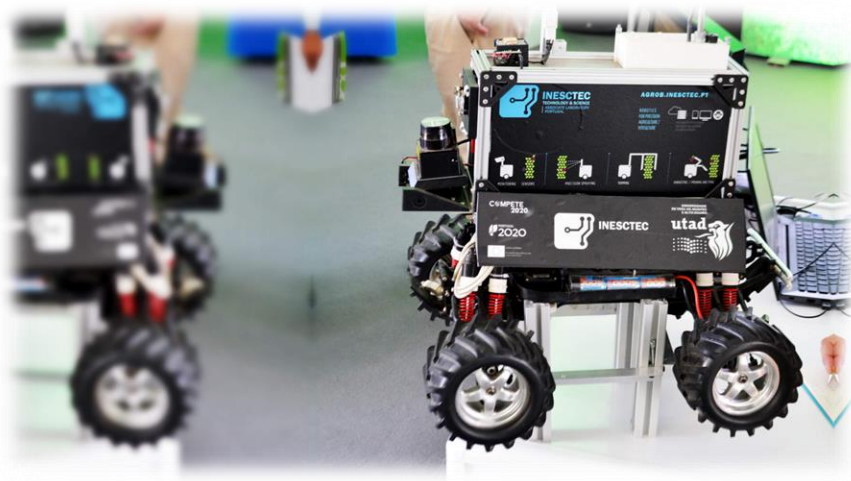


Fig. 5. Teleoperation of Agrob V14 in a mountain vineyard.

# Exemplo de aplicação (agrobots-inesctec)

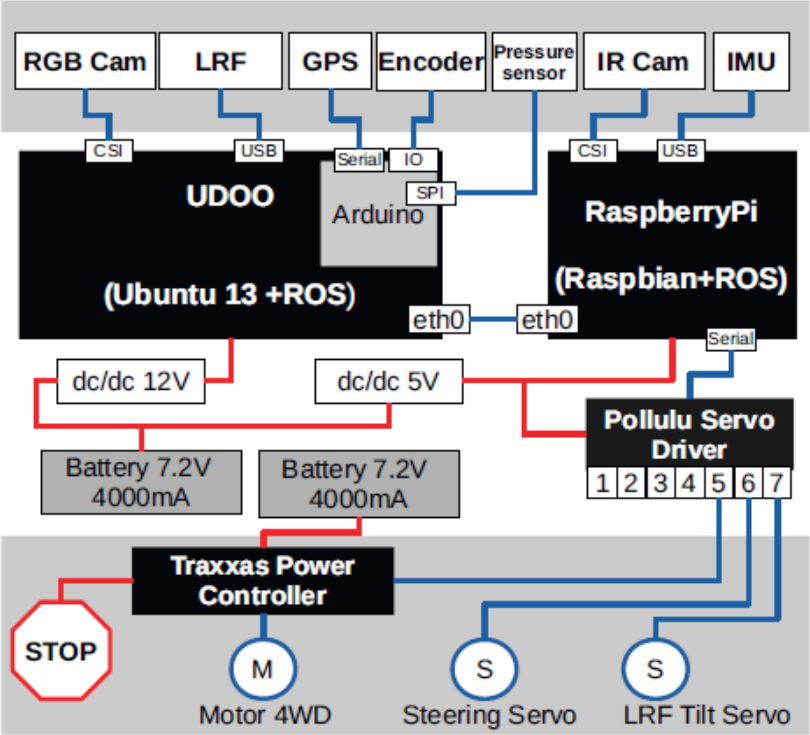


Fig. 4. Agrob V14 Hardware diagram.

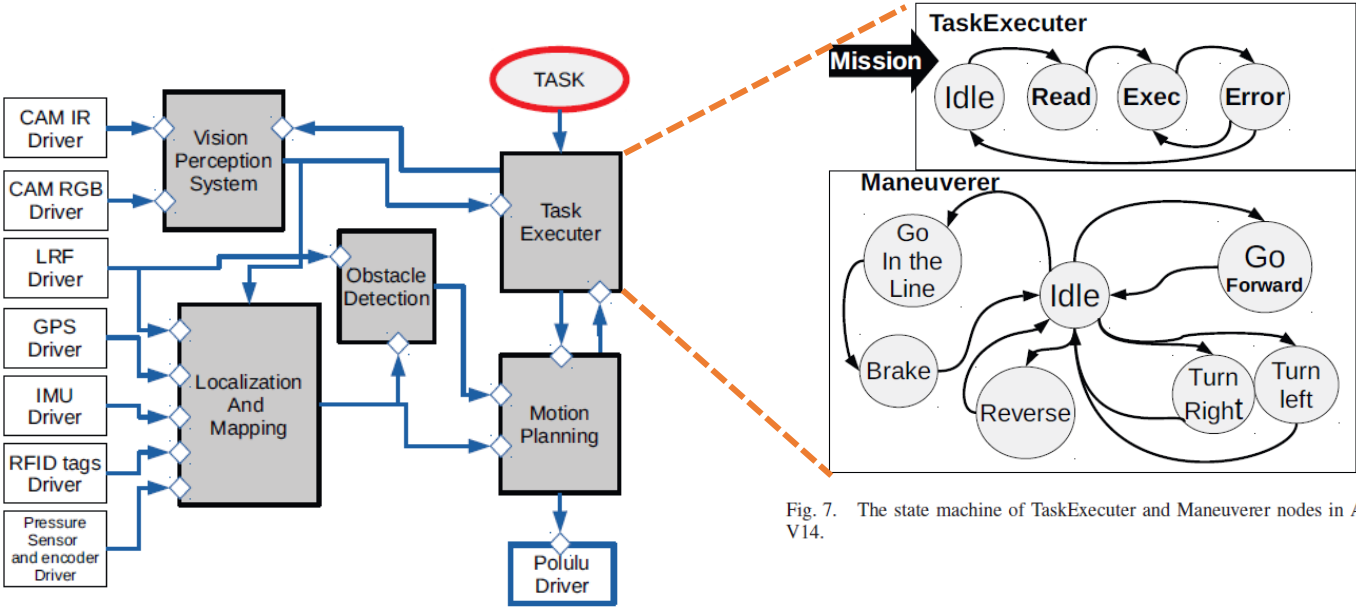


Fig. 6. Agrob V14 - The five main ROS packages and the main information flow

Fig. 7. The state machine of TaskExecutor and Maneuverer nodes in Agrob V14.

# Exemplo de aplicação (agrobots-inesctec)

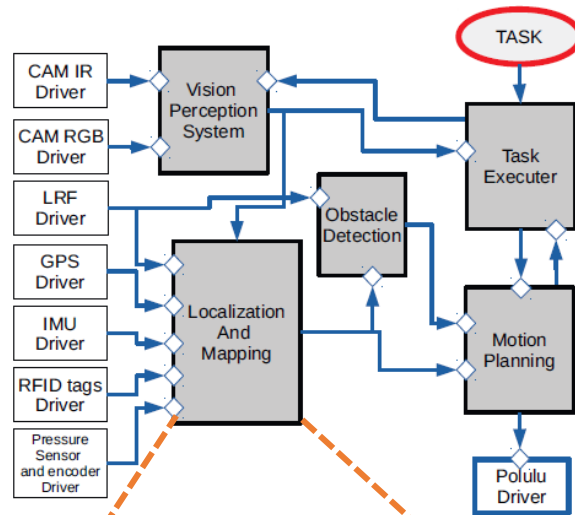


Fig. 6. Agrol V14 - The five main ROS packages and the main information flow

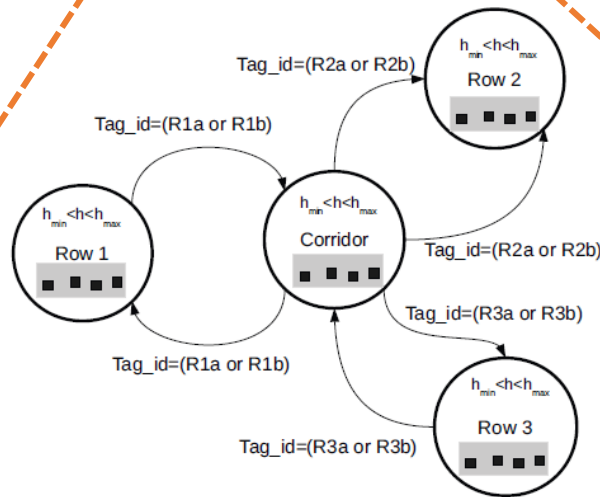


Fig. 18. The proposed topological map for the Hybrid SLAM. Each node contains the metric feature-based map, altitude propriety of the vineyard row, and the artificial landmarks.

## Materiais:

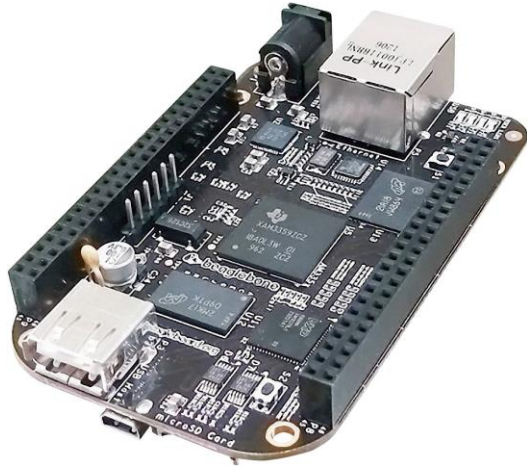
- 1 Base Monster Truck Escala 1/10 4WD TRAXX E-MAXX
- 2 [UDOO](#) SCB (small computer board) – 4core (Linux/ROS)
- 3 Raspberry SCB (Linux/ROS)
- 4 [Hokuyo URG-04LX-UG01](#) (Scanner Laser) com servo acoplado
- 5 Sharp GP2Y0a21YK0F (5 sensores IR)
- 6 [Câmera 5MP IR \(Raspberry Pi\)](#)
- 7 Câmera 5MP RGB (ODOO)
- 8 [IMU Sparkfun 9DOF Razor](#)
- 9 [Encoder OMRON E6A2-CW5C](#)
- 10 Sensor de Pressão
- 11 Receiver GPS
- 12 Controlador do motor [EVX 3014](#)
- 13 Driver para motores POLULU SSC03A
- 14 Bancos de 2Baterias 8000mA 7.2V



# Paralelizando código no Linux Embarcado (Embedded GPOS)

APIs como OpenMP, MPI estão disponíveis, além das threads [Posix](#), [pthreads](#), que podem ser usadas em códigos que justifiquem paralelizar, seja por escala, seja por adequação a dividir tarefas para depois uni-las em um resultado final

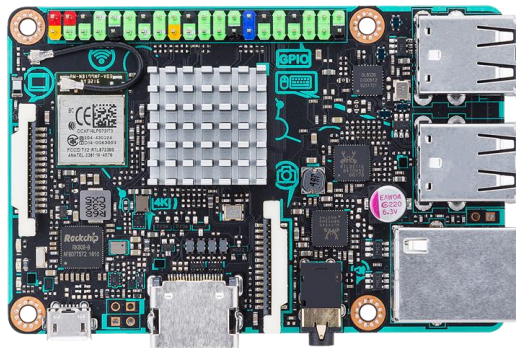
Adicionalmente pode-se customizar distro/kernel Linux com funcionalidades desejadas (yocto, [buildroot](#), rootfs, etc.)



Família BeagleBone

<https://www.beagleboard.org/boards>

Debian version



[Família ASUS Tinker Board](#) Tinker OS



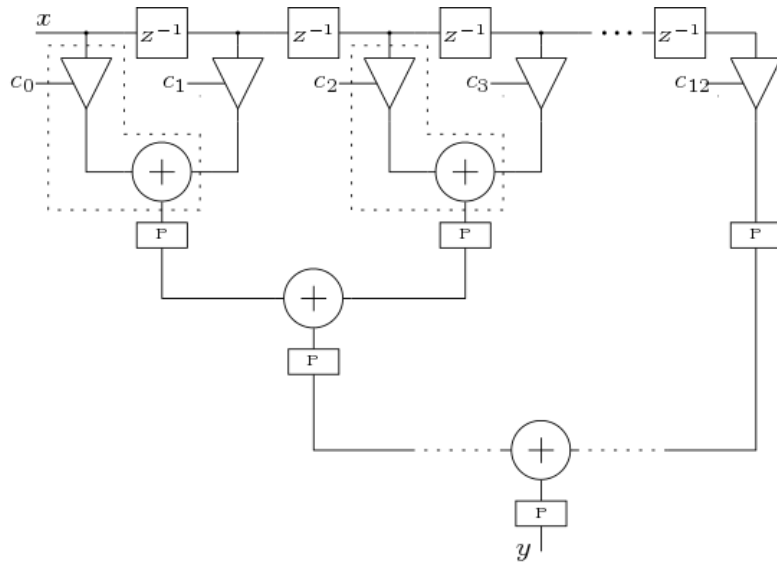
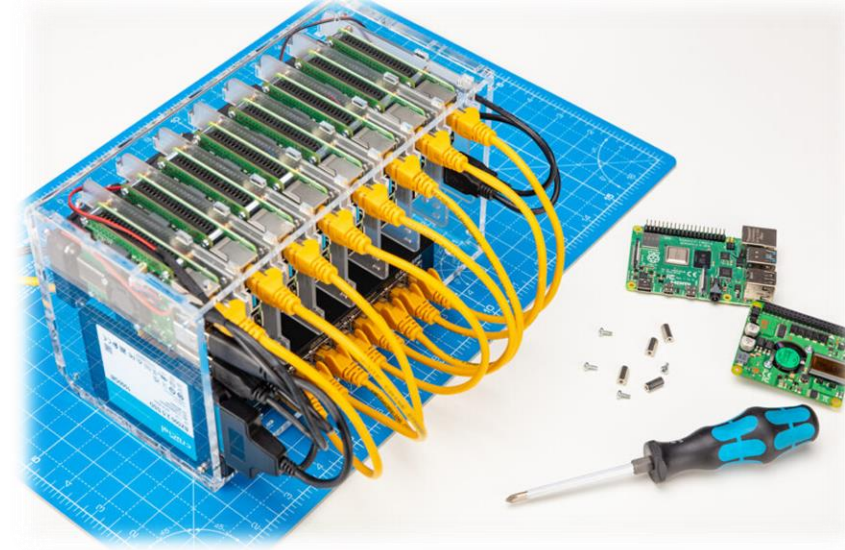
Família Raspberry

[Raspberry PI OS](#)

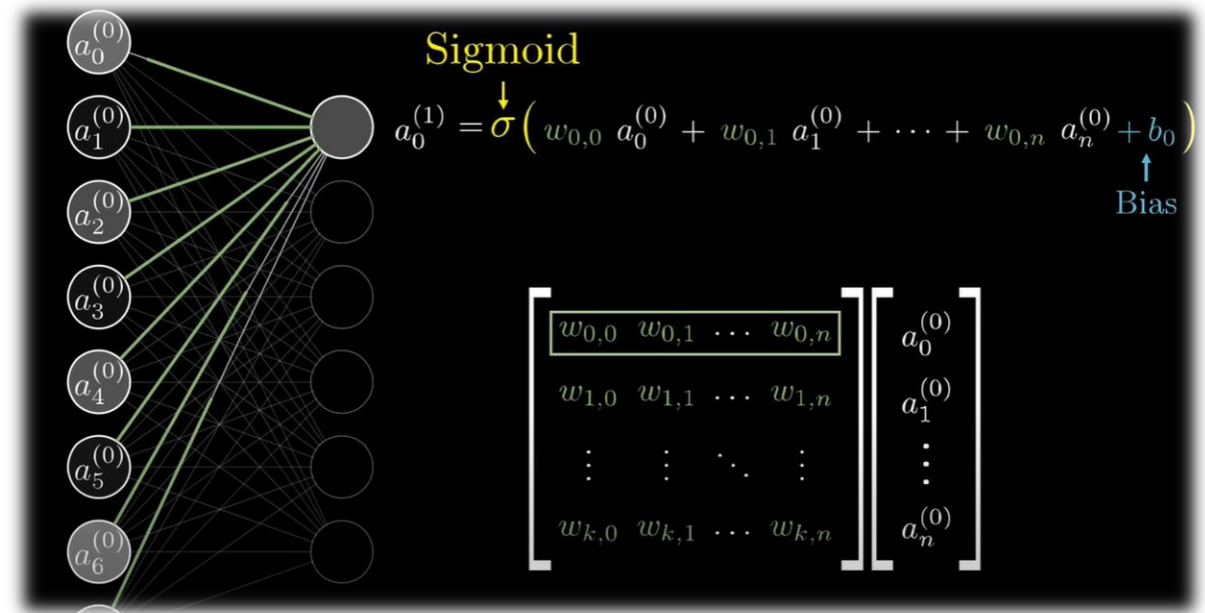


# Paralelizando código no Linux Embarcado

- Cálculos matriciais (filtros processamento digitais de sinais, redes neurais, otimização e vários algoritmos ML)
- Processamento distribuído (filesystem), aproximações, criptografia (n. primos)



Filtro FIR paralelo (Finite Impulse Response) – em controle resposta do sistema <-> função de transferência...

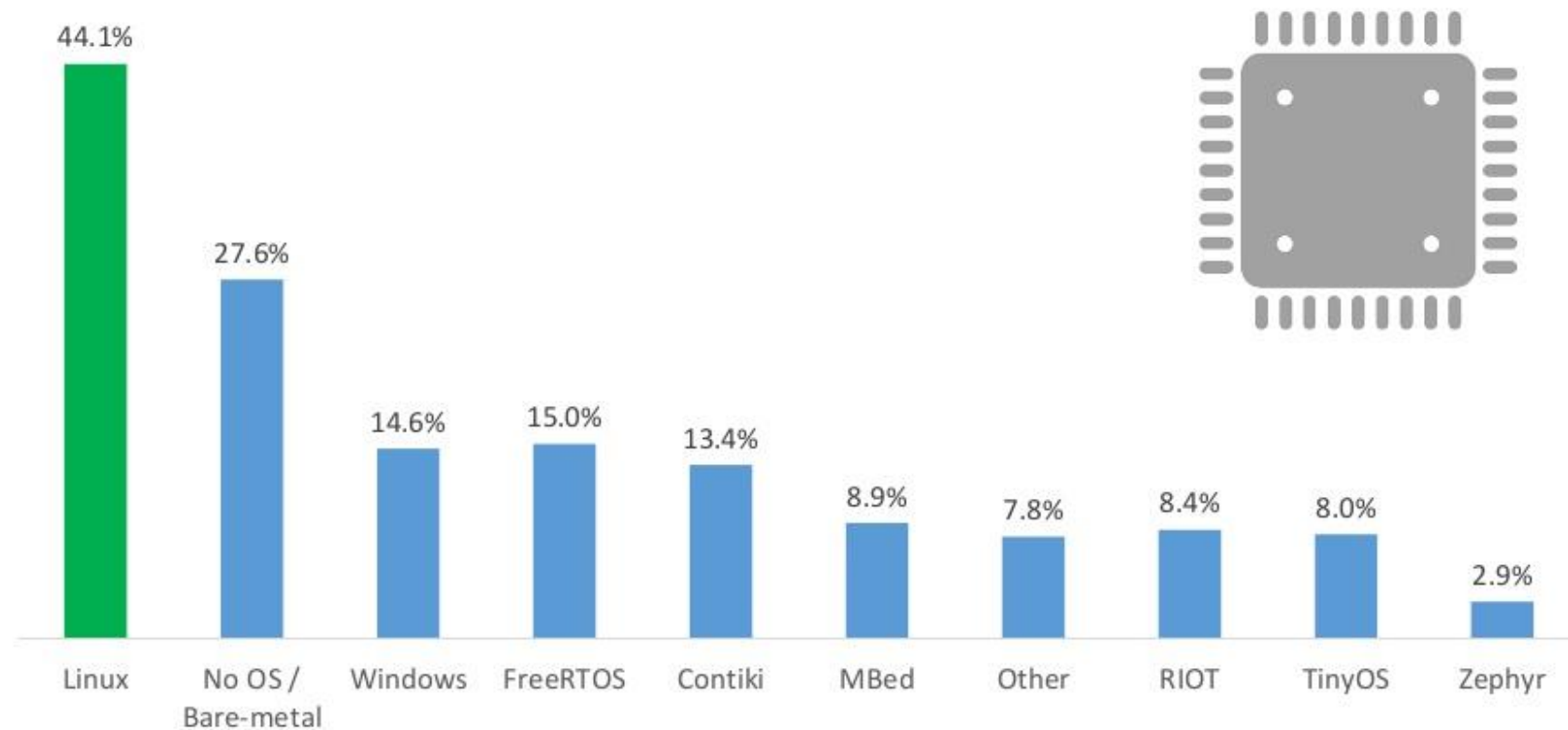


Calculando saída de um neurônio em rede neural

# Linux Embarcado e IoT

## IoT OPERATING SYSTEMS – CONSTRAINED DEVICES

*Which operating system(s) do you use for your IoT devices? (Devices)*



IoT Developer Survey 2017 - Copyright Eclipse Foundation, Inc.

# Linux Embarcado e IoT

## IoT OPERATING SYSTEMS / LINUX DISTROS FOR IoT

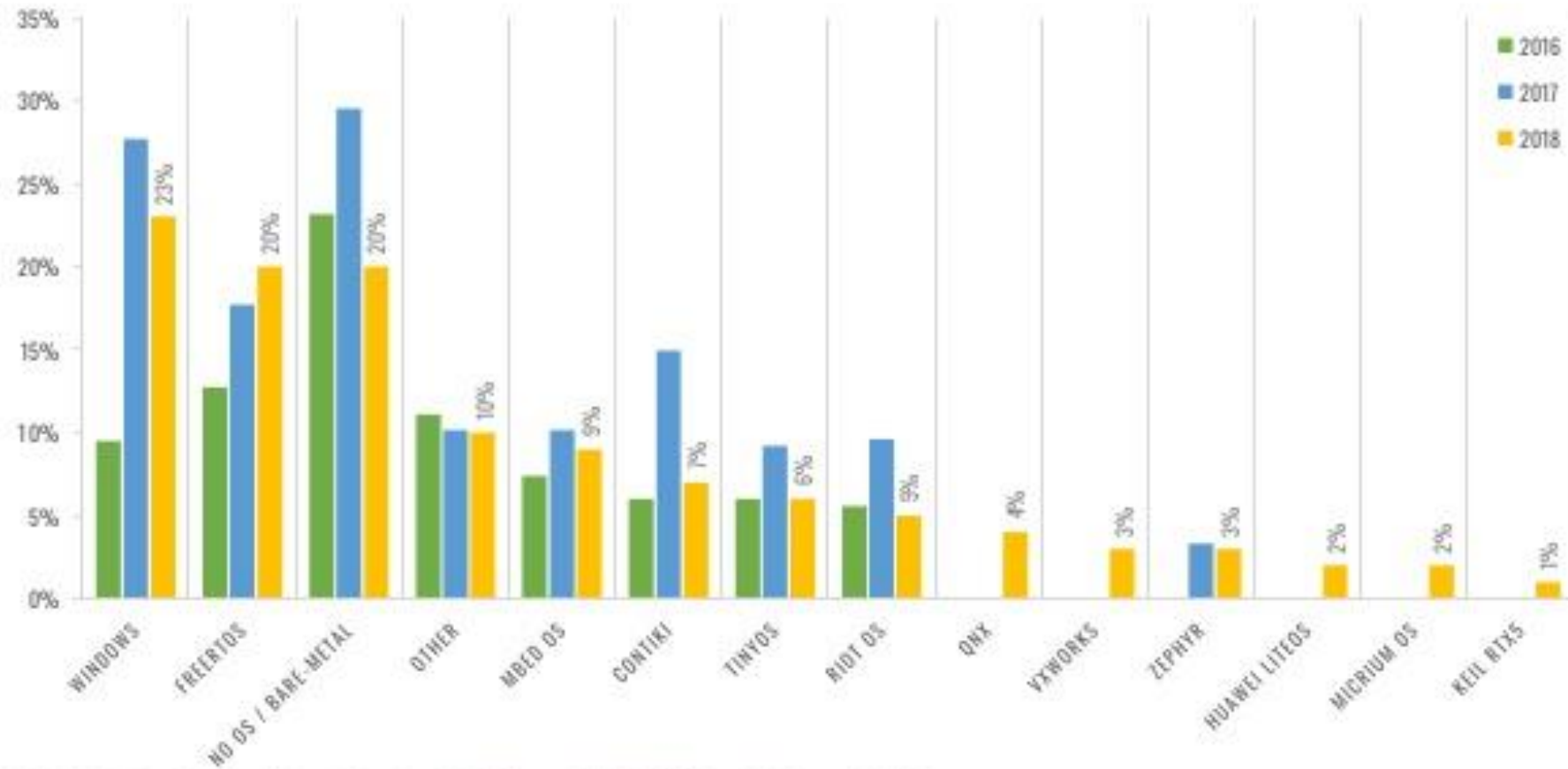
*If you are using Linux, what distribution do you typically use for your IoT solution?*





# Linux Embarcado e IoT

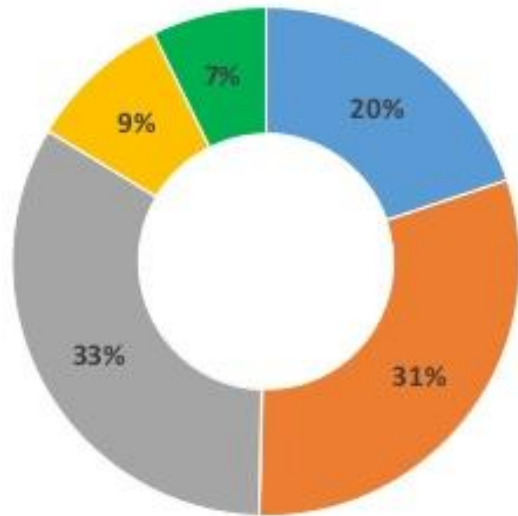
## ALTERNATIVES TO USING LINUX FOR IoT



# Linux Embarcado e IoT

## USAGE OF OPEN HARDWARE

*Have you ever used any open hardware platforms like Raspberry Pi, Arduino, BeagleBone, etc.?*



- Yes, my company deploys IoT solution using an open hardware platform
- Yes, my company prototypes IoT solutions using an open hardware platform
- Yes, I have experimented with open hardware in my spare time
- No, but I intend to experiment with open hardware in the next 6 months
- Never used open hardware

IoT Developer Survey 2017 - Copyright Eclipse Foundation, Inc.

Uso muito comum:  
Servidor mqtt

