

# Sistemas Embarcados

Profº José W. R. Pereira  
[jose.pereira@ifsp.edu.br](mailto:jose.pereira@ifsp.edu.br)  
[josewrpereira.github.io/docs](http://josewrpereira.github.io/docs)



"As tecnologias mais profundas são aquelas desaparecem.  
Tecem-se no tecido da vida cotidiana até que são  
indistinguíveis dela."



Mark Weiser

Xerox  
Palo Alto Research Center

Computação Ubíqua

# Computação ubíqua

Sistemas eletrônicos dedicados realizam o trabalho de processar dados do mundo real.

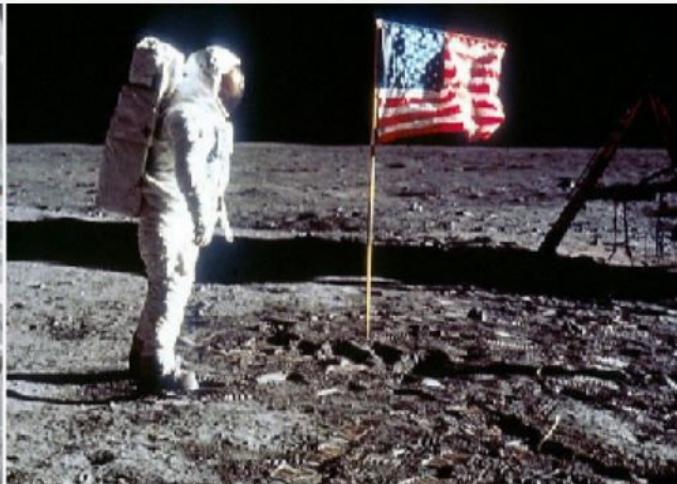


*embedded systems*



sistemas **embarcados**  
ou **embutidos**.

# Apollo Guidance Computer (AGC)



- Desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT);
- Primeiro sistema embarcado;
- Sistema de alto risco:
  - novidade tecnológica;
  - pouco experimentados em condições extremas.
- Operava em tempo real;
- Memórias
  - RAM de 2kB;
  - ROM de 32 kB;
- Clock de 1,024 MHz
- Display e Teclado apenas numérico.

## Definição de Sistema Embocado

Conjunto **dedicado** de circuitos, incluindo um controlador programável, de modo a atender uma **aplicação específica**.



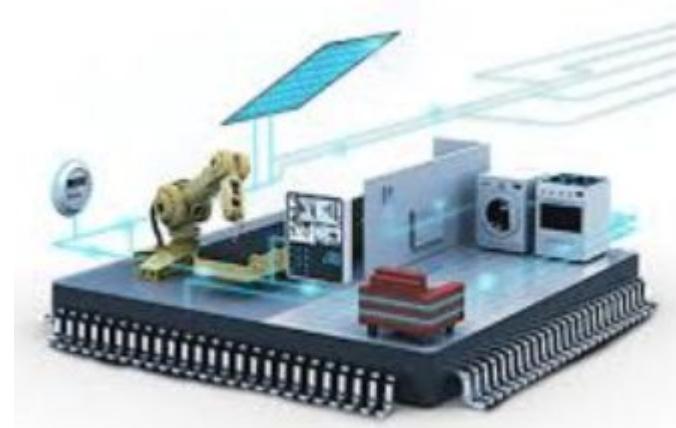
## Características

- Destinado a uma única aplicação;
  - Poucas entradas e saídas;
  - Interface simples;
  - Comunicação:
    - com outros dispositivos;
    - com o usuário.



# Requisitos e Restrições

- Área de estudo/trabalho desafiadora;
  - Múltiplas habilidades;
  - Conhecimento interdisciplinar.

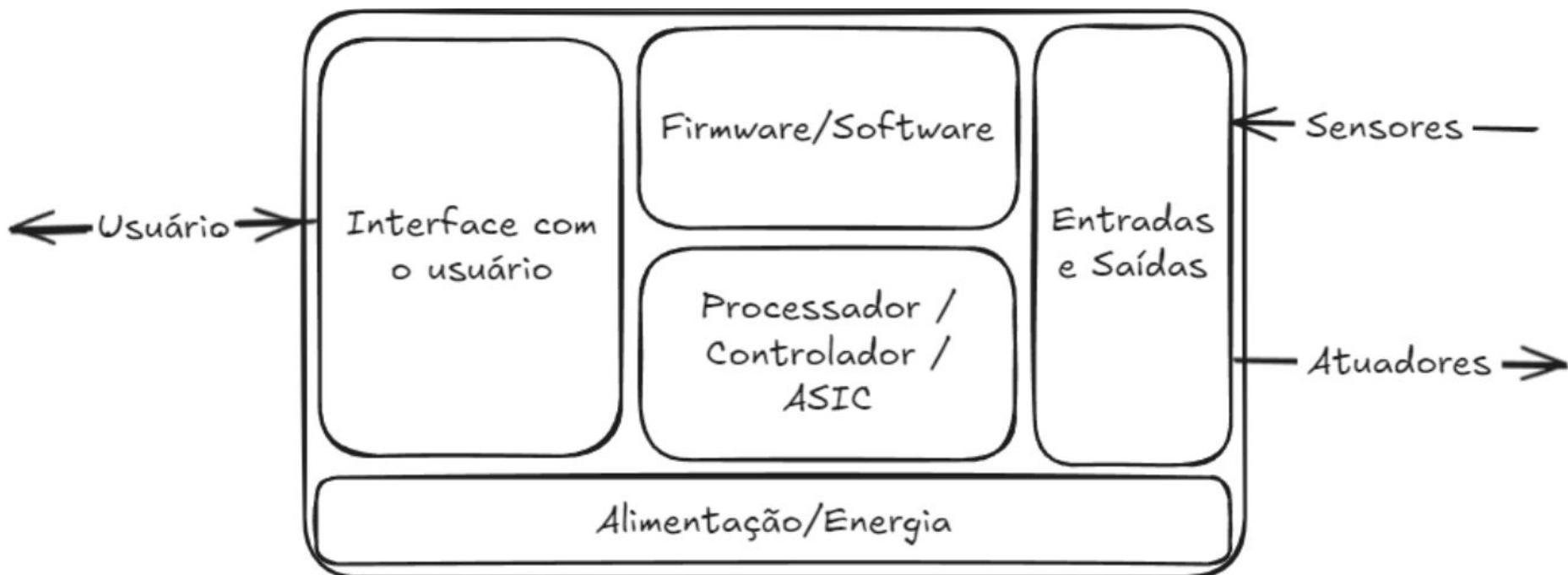


## Requisitos e Restrições

- Área de estudo/trabalho desafiadora;
  - Tamanho e peso do sistema ou dispositivo;
  - Consumo e custos reduzidos;
  - Segurança e confiabilidade:
    - Recuperação automática após erros e falhas;
  - Robustez ao ambiente;
  - Aplicação em tempo real;

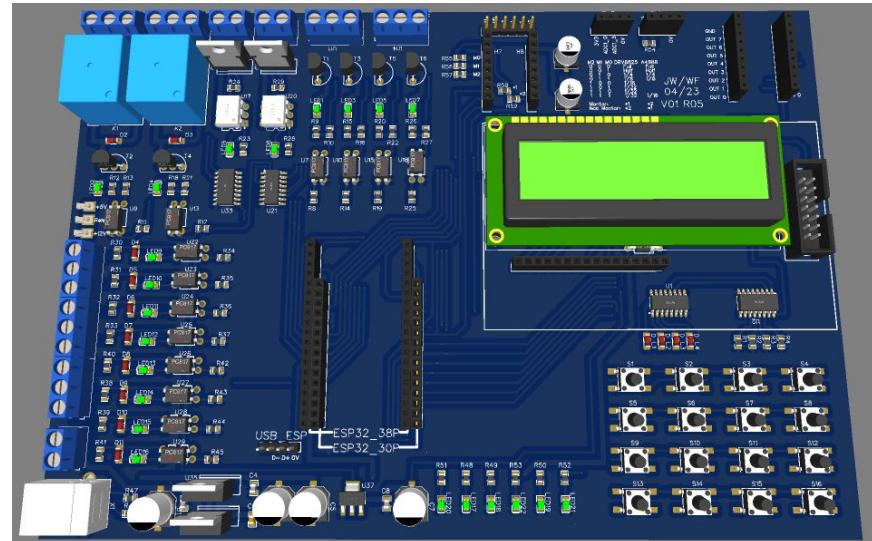


# Arquitetura básica de um Sistema Embarcado



# Desafios da mão de obra

- *Hardware*
  - Eletrônico
  - Mecânico
- Estética
  - Experiência do usuário
- Firmware
  - Infraestrutura
- Documentação
  - Regulamentos
  - Normas
- Conhecimento plural
  - Tecnologias
  - Negócio



# Mercado Brasileiro de Sistemas Embarcados e IoT



# Perfil Demográfico e Acadêmico

Categoria	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Gênero (Masculino)</b>	95,84%	95,79%	<b>94,9%</b>
<b>Pós-graduação (Concluída)</b>	36,74%	39,47%	<b>41,99%</b>
<b>Formação em Engenharia (Elétrica/Comp.)</b>	67,24%	66,84%	<b>67,98%</b>

O perfil dos profissionais mostra uma **estabilidade no domínio masculino** e um aumento contínuo no **nível de escolaridade**.

# Carreira e Modalidade de Trabalho

Pergunta / Opção	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Pretende trabalhar no exterior? (Sim)</b>	45,06%	38,60%	32,0%
<b>Modalidade Presencial</b>	43,52%	47,75%	51,4%
<b>Modalidade Híbrida</b>	40,98%	36,48%	34,7%
<b>Modalidade Remota</b>	15,50%	15,78%	13,8%

Nota-se um **declínio no interesse em trabalhar para empresas no exterior** e uma retomada gradual, porém constante, do **trabalho presencial** ao longo dos anos.

# Tecnologias e Ferramentas de Software

Tecnologia / Ferramenta	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Linguagem C (Prioritária)</b>	74,72%	77,78%	<b>80,45%</b>
<b>Linguagem C++ (Padrão)</b>	45,79%	50,44%	<b>53,01%</b>
<b>Visual Studio Code (Codificação)</b>	58,50%	70,24%	<b>79,26%</b>
<b>Git (Controle de Versão)</b>	73,02%	73,74%	<b>76,30%</b>

A linguagem C e a ferramenta Visual Studio Code consolidaram seu crescimento e liderança absoluta no setor de desenvolvimento.

# Tipos de Processadores Utilizados (Bits)

O mercado brasileiro apresenta uma migração contínua para dispositivos de maior capacidade de processamento, com os microcontroladores de **32 bits** atingindo seu maior patamar em 2025.

Tipo de Processador	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Microcontrolador 32 bits</b>	65,57%*	69,95%	<b>76,77%</b>
<b>Microcontrolador 8 bits</b>	11,01%	37,39%	<b>27,95%</b>
<b>Microprocessador 32 bits</b>	-	30,05%	<b>26,77%</b>
<b>Microprocessador 64 bits</b>	8,20%	24,31%	<b>24,80%</b>

\*Em 2021, o dado de 32 bits englobava microcontroladores e microprocessadores na mesma categoria de destaque.

# Principais Fabricantes

A **STMicroelectronics** retomou a liderança absoluta em 2025, enquanto a **Espressif** manteve um crescimento constante desde 2021, consolidando-se como uma das favoritas devido ao foco em IoT.

Fabricante	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>STMicroelectronics</b>	47,78%	46,33%	<b>58,27%</b>
<b>Espressif</b>	41,45%	47,94%	<b>50,79%</b>
<b>Microchip / Atmel</b>	<b>44,73%</b>	41,74%	29,53%
<b>NXP</b>	26,00%	<b>26,61%</b>	21,65%
<b>Texas Instruments</b>	22,95%	<b>23,17%</b>	20,08%

# Arquitetura de Preferência para Projetos Futuros

A arquitetura **ARM** permanece dominante, mas o interesse por **RISC-V** apresentou um salto significativo, quase dobrando sua relevância entre 2023 e 2025.

Arquitetura	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>ARM</b>	77,06%	<b>80,71%</b>
<b>RISC-V</b>	27,29%	<b>38,98%</b>
<b>Xtensa</b>	-	<b>21,26%</b>
<b>Proprietária (AVR, PIC, etc)</b>	<b>31,88%</b>	16,54%

# Fatores Decisivos na Escolha do Chip

O **custo** continua sendo o fator primordial para os engenheiros brasileiros, seguido de perto pela disponibilidade de ecossistema de software.

Fator de Escolha	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Custo do Chip</b>	65,11%	62,39%	<b>67,32%</b>
<b>Disp. Ferramentas Software</b>	<b>59,48%</b>	56,42%	54,33%
<b>Popularidade / Comunidade</b>	50,59%	<b>47,02%</b>	45,28%
<b>Desempenho do Chip</b>	43,56%	<b>44,04%</b>	42,13%

# Hardware e Internet das Coisas (IoT)

No desenvolvimento de hardware, a preferência por **projetos próprios** aumentou, enquanto o uso de plataformas de nuvem como a **Amazon AWS** apresentou oscilações, mas manteve a liderança.

Categoria	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
<b>Desenvolve Hardware Próprio</b>	75,74%	75,27%	<b>78,52%</b>
<b>Nuvem IoT: Amazon AWS</b>	29,67%	<b>35,38%</b>	29,84%
<b>Uso de RTOS (Nenhum)</b>	<b>46,92%</b>	40,89%	37,97%
<b>Principal Protocolo: MQTT</b>	40,91%	48,11%	<b>50,81%</b>

# Faixas Salariais

Faixa Salarial (Mensal)	Pesquisa 2021	Pesquisa 2023	Pesquisa 2025
Até R\$ 3.000	12,53%	10,66%	4,96%
R\$ 3.001 a R\$ 6.000	22,29%	19,06%	17,02%
R\$ 6.001 a R\$ 9.000	20,81%	19,06%	18,44%
R\$ 9.001 a R\$ 12.000	15,07%	20,29%	17,38%
R\$ 12.001 a R\$ 15.000	9,98%	8,61%	11,35%
R\$ 15.001 a R\$ 18.000	3,82%	4,71%	7,80%

# Referências

1. [Luiz Bitencourt - Projetos de sistemas embarcados: Uma rápida discussão](#)
2. [Código Fonte TV - Sistemas Embarcados \(Embedded Systems\) // Dicionário do Programador](#)
3. [Código Fonte TV - Conhecimentos necessários para trabalhar com sistemas embarcados](#)
4. [UniVESP - Eletrônica Embarcada - Aula 01 - Introdução aos Sistemas Embarcados Eletrônica Embarcada em Veículos](#)
5. [Dobra Espacial - Como o computador da Apollo funcionava?](#)
6. [Apollo Guidance Computer \(AGC\) Code - Github](#)
7. [Coding with Dee - This is the code that sent Apollo 11 to the moon \(and it's awesome\)](#)
8. [Apollo Guidance And Navigation - A Problem in Man and Machine Integration - David G. Hoag - MIT](#)
9. [Rodrigo Maximiano Antunes de Almeida - 01 - Sistemas embarcados e Linguagem C](#)
10. [Relatórios das Pesquisas sobre o Mercado Brasileiro de Sistemas Embarcados e IoT](#)

# Sistemas Embarcados

Profº José W. R. Pereira  
[jose.pereira@ifsp.edu.br](mailto:jose.pereira@ifsp.edu.br)  
[josewrpereira.github.io/docs](https://josewrpereira.github.io/docs)

