

Sistemas Embarcados

Profº José W. R. Pereira

jose.pereira@ifsp.edu.br

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 Embarcado

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



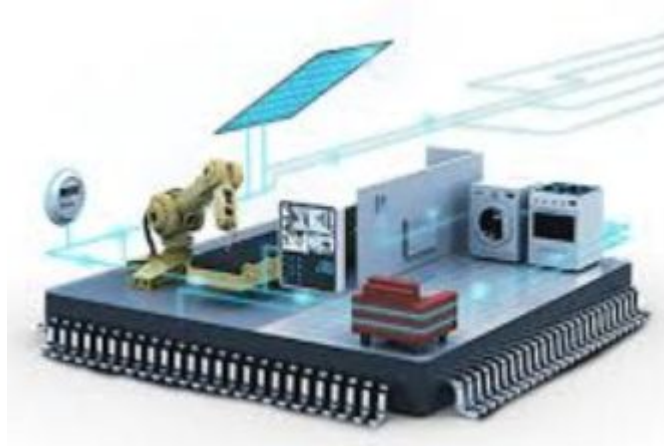
Características

- 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.

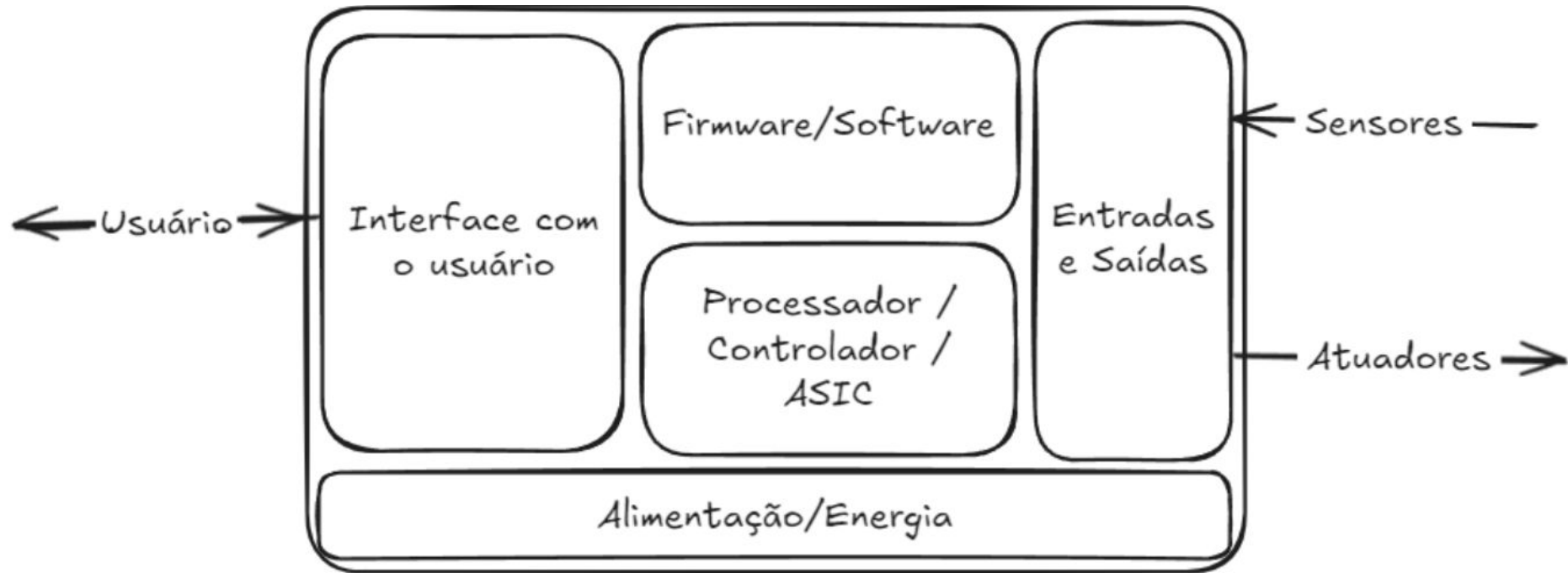


Requisitos e Restrições

- 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;

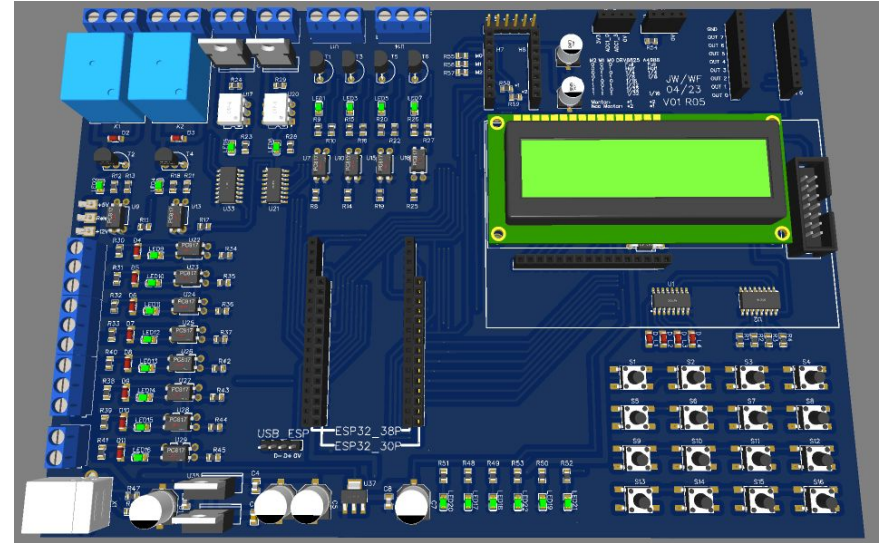


Arquitetura básica de um Sistema Embarcado



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



PESQUISA SOBRE O
**MERCADO BRASILEIRO DE
SISTEMAS EMBARCADOS
E IOT 2023**

• **RELATÓRIO** •



Pesquisa sobre o
Mercado brasileiro de
Sistemas Embarcados e IoT 2021

De 27/10 à 14/11



• Relatório final •

Pesquisa sobre
Mercado Brasileiro de
Sistemas Embarcados
e IoT 2025



Perfil Demográfico e Acadêmico

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

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
Pretende trabalhar no exterior? (Sim)	45,06%	38,60%	32,0%
Modalidade Presencial	43,52%	47,75%	51,4%
Modalidade Híbrida	40,98%	36,48%	34,7%
Modalidade Remota	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
Linguagem C (Prioritária)	74,72%	77,78%	80,45%
Linguagem C++ (Padrão)	45,79%	50,44%	53,01%
Visual Studio Code (Codificação)	58,50%	70,24%	79,26%
Git (Controle de Versão)	73,02%	73,74%	76,30%

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
Microcontrolador 32 bits	65,57%*	69,95%	76,77%
Microcontrolador 8 bits	11,01%	37,39%	27,95%
Microprocessador 32 bits	-	30,05%	26,77%
Microprocessador 64 bits	8,20%	24,31%	24,80%

**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
STMicroelectronics	47,78%	46,33%	58,27%
Espressif	41,45%	47,94%	50,79%
Microchip / Atmel	44,73%	41,74%	29,53%
NXP	26,00%	26,61%	21,65%
Texas Instruments	22,95%	23,17%	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
ARM	77,06%	80,71%
RISC-V	27,29%	38,98%
Xtensa	-	21,26%
Proprietária (AVR, PIC, etc)	31,88%	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
Custo do Chip	65,11%	62,39%	67,32%
Disp. Ferramentas Software	59,48%	56,42%	54,33%
Popularidade / Comunidade	50,59%	47,02%	45,28%
Desempenho do Chip	43,56%	44,04%	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
Desenvolve Hardware Próprio	75,74%	75,27%	78,52%
Nuvem IoT: Amazon AWS	29,67%	35,38%	29,84%
Uso de RTOS (Nenhum)	46,92%	40,89%	37,97%
Principal Protocolo: MQTT	40,91%	48,11%	50,81%

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

josewrpereira.github.io/docs

