

# Sistemas Embarcados

Fundamentos de Sistemas Embarcados

*Professor Alexandre Gustavo Longhi*





**Professor  
Alexandre Longhi**

**TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO  
E SUSTENTABILIDADE**

# Fundamentos de Sistemas Embarcados

Você irá conhecer o funcionamento dos sistemas embarcados, que estão dispostos em diversos equipamentos que fazem parte do nosso dia a dia, como as catracas eletrônicas, as câmeras de vigilância e as centrais eletrônicas dos veículos.

# Apresentação

## Alexandre Gustavo Longhi



### Formação

Graduado em Analise e Desenvolvimento de Sistemas e Gestão Ambiental.

Pós graduado em Ciência de Dados, Inteligência Artificial e Aprendizagem de Máquina, Gestão Ambiental da Indústria e ESG.

Mestrando em modelagem de Sistemas Complexos na EACH USP.



### Experiência Profissional

Possuo mais de 30 anos de experiência em Tecnologia da Informação, com sólida atuação em infraestrutura de datacenter, banco de dados, ambientes SAP e sistemas ERP. Atualmente, atuo como líder técnico em projetos, sendo responsável pela implementação de soluções corporativas sob medida para clientes, com foco em integração, desempenho e segurança.



## QUEM É VOCÊ?

*Nome*

*Cidade*

*Curso*

*Trabalho*



<http://linoit.com/users/aglonghi/canvases/SistemasEmbarcados>

## Conteúdo

### **SAVA - Sua Plataforma de Aprendizado**

Todo o material teórico e atividades estão disponíveis na plataforma SAVA. Esse é o ponto de partida para seus estudos.

### **Aulas com o Professor**

As aulas com o Professor são um complemento essencial, onde você terá a oportunidade de aprofundar seu aprendizado e tirar dúvidas.



## Temas

- 01 Fundamentos de Sistemas Embarcados**
- 02 Projeto de Circuitos Digitais**
- 03 Modelagem de Sistemas Embarcados em VHDL**
- 04 Projeto de Hardware Reconfigurável com FPGA**

## Objetivos

O curso tem como objetivo capacitar o estudante a compreender os fundamentos, a arquitetura e as aplicações de sistemas embarcados, desde sua definição e histórico até as tecnologias modernas. Busca desenvolver habilidades de análise e projeto de circuitos combinacionais, sequenciais e máquinas de estados, bem como a aplicação de ferramentas para desenvolvimento em FPGA. Dessa forma, o aluno será capaz de projetar, implementar e avaliar soluções embarcadas que atendam a requisitos de desempenho, confiabilidade e custo em diferentes áreas da engenharia e da sociedade

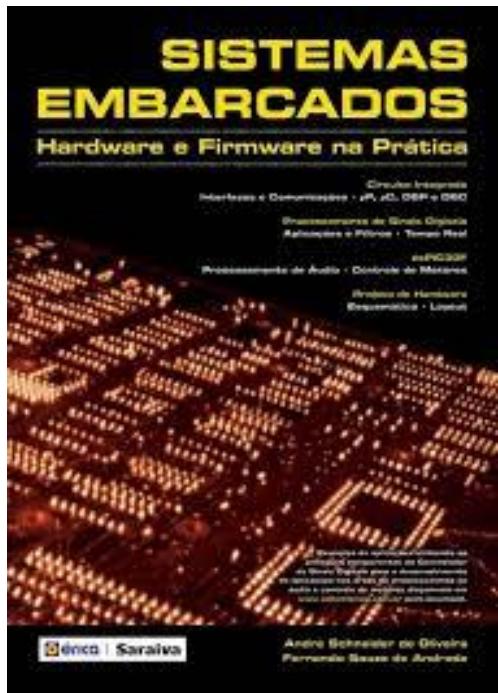
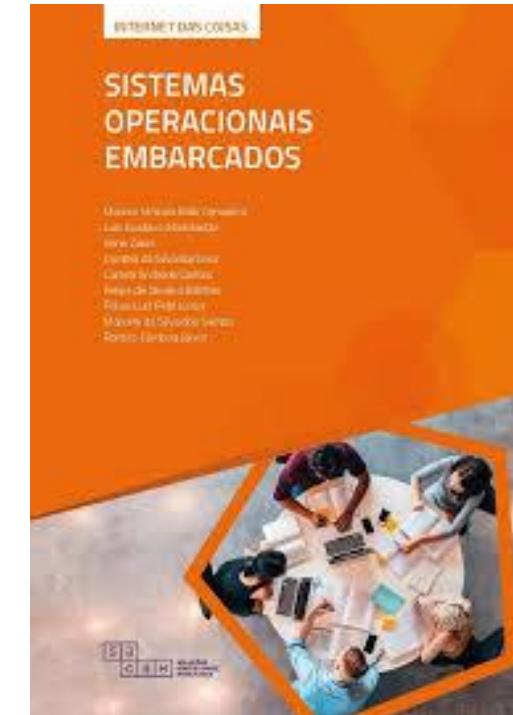
## Competências

Ao final do curso, espera-se que o estudante seja capaz de:

- Reconhecer a definição, características e classificações de sistemas embarcados.
- Projetar e implementar circuitos digitais combinacionais e sequenciais, com base em álgebra booleana, tabelas-verdade e máquinas de estados.
- Utilizar técnicas de minimização de circuitos e avaliar restrições temporais em sistemas digitais.
- Empregar ferramentas de descrição de hardware (VHDL/Verilog) e ambientes de desenvolvimento para FPGA na implementação de soluções reconfiguráveis.
- Analisar tendências tecnológicas, como IoT, big data e sistemas ciberfísicos, relacionando-as às demandas atuais da indústria e da sociedade

# Bibliografia Básica

- OLIVEIRA, A. S.; ANDRADE, F. S. de. **Sistemas embarcados: hardware e firmware na prática**. São Paulo: Érica, 2017.
- CERQUEIRA, M. V. B.; MASCHIETTO, L. G.; ZANIN, A.; et al. **Sistemas operacionais embarcados**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- MONK, S. **Programação com Arduino: começando com sketches**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.



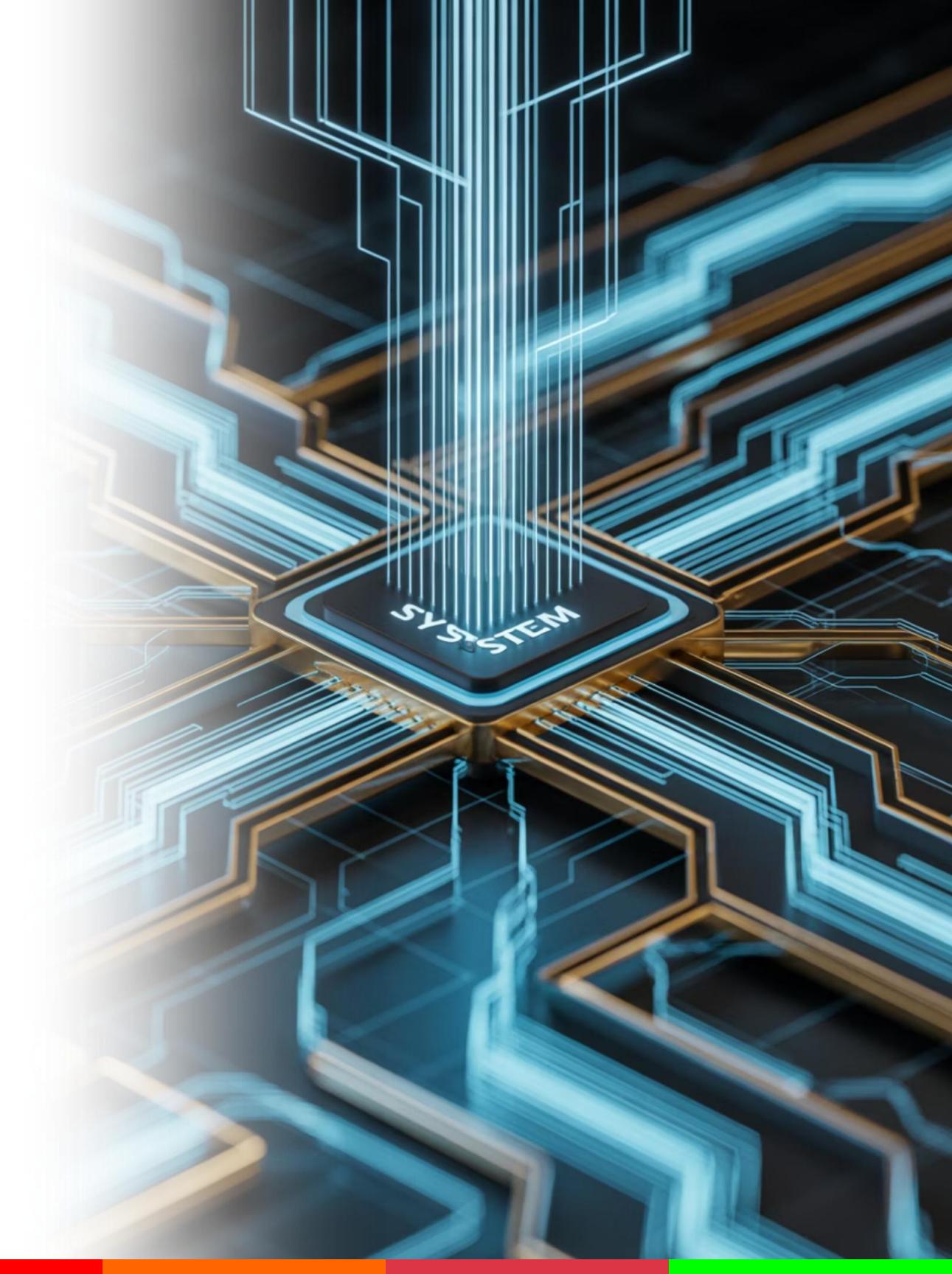
# Propósito e Objetivos

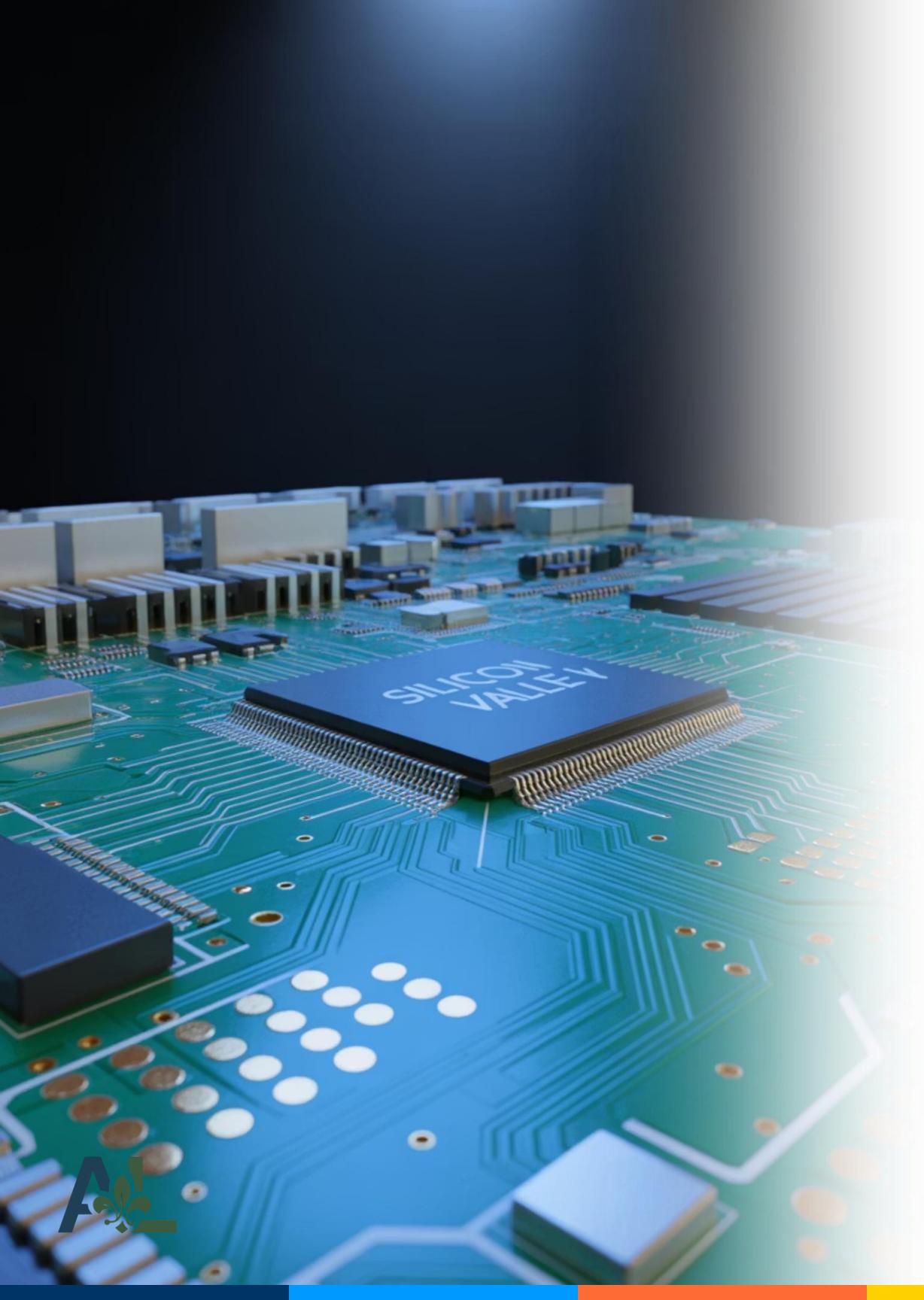
## Propósito

Compreender a definição e a história dos sistemas embarcados é fundamental à formação do profissional de automação e de carreiras afins.

## Objetivos

- Reconhecer a definição de sistemas embarcados
- Identificar características de hardware e software
- Classificar os sistemas embarcados
- Analisar tendências de novas tecnologias

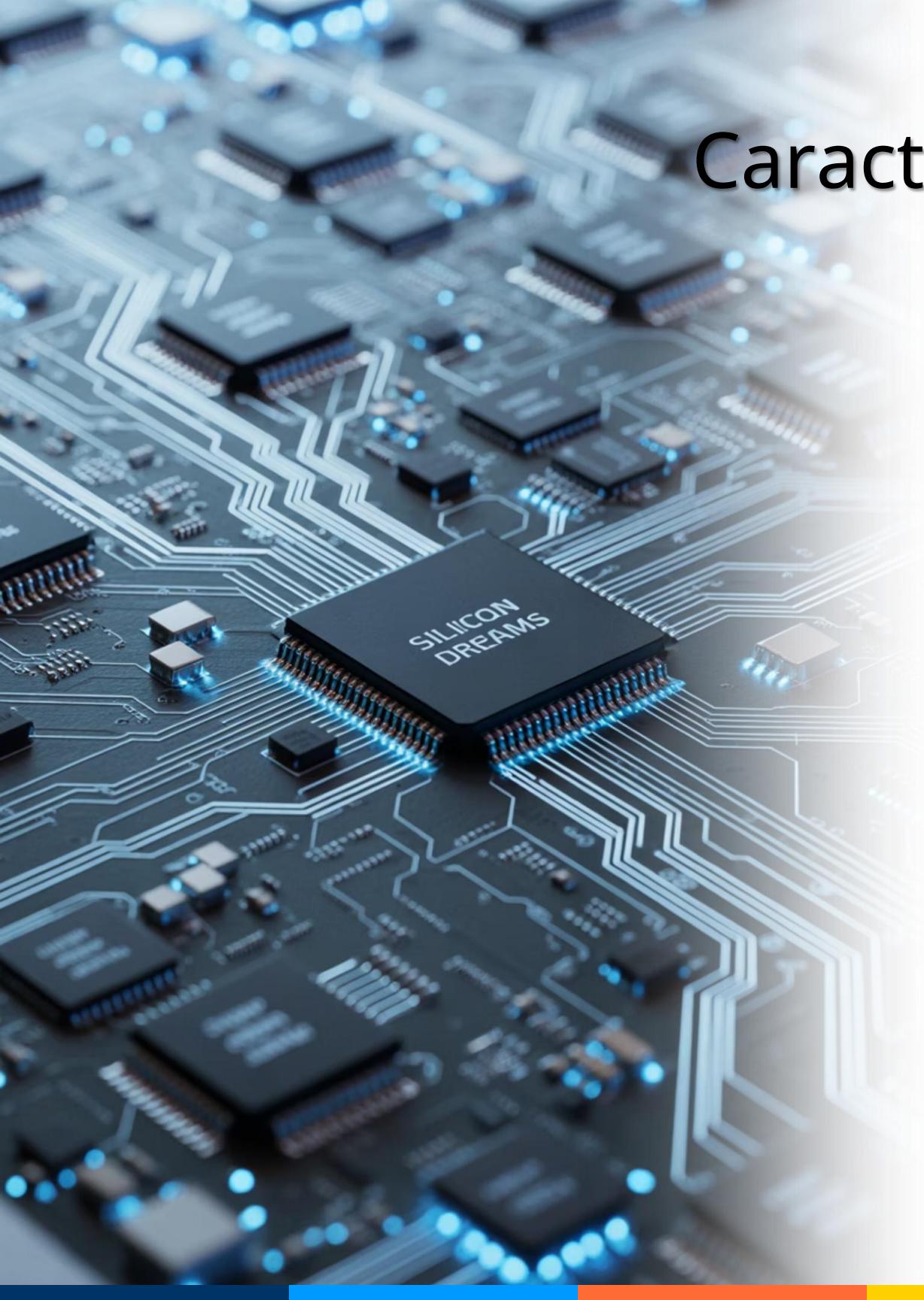




# O que é um Sistema Embarcado?

Se você contar quantos computadores possui em sua residência, provavelmente encontrará como resposta um valor inferior a cinco equipamentos. Entretanto, esse valor não corresponde à realidade, pois possivelmente você não relacionou computadores embarcados em dispositivos como roteadores wi-fi, aparelhos celulares e controladores de ar-condicionado.

Um sistema embarcado é um sistema computacional composto basicamente por hardware e software, que possui uma função específica, podendo operar de forma isolada ou conjunta com outros sistemas existentes.

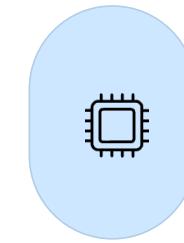


# Características dos Sistemas Embarcados



## Baixo Consumo Energético

Projetados para operar com eficiência energética máxima.



## Dimensões Reduzidas

Compactos e miniaturizados para integração em diversos dispositivos.



## Baixo Custo Unitário

Economicamente viáveis para produção em massa.



## Operações Específicas

Desenvolvidos para funções dedicadas e especializadas.

# Mais Características Importantes



Baixa Latência

Resposta rápida às solicitações do sistema.



Operação em Tempo Real

Capacidade de processar dados instantaneamente.



Segurança

Proteção contra falhas e ataques externos.



Confiabilidade

Funcionamento consistente e previsível.



Integração Hardware-Software

Perfeita sincronização entre componentes físicos e lógicos.



# História dos Sistemas Embarcados

É difícil determinar o momento em que os sistemas embarcados começaram a ser utilizados para facilitar a vida do ser humano. Entretanto, no ano de 1901 foi encontrado um artefato em uma galé romana naufragada, com data estimada de operação de 100 a.C.

A anticítera é reconhecida como o primeiro sistema embarcado construído pelo homem, projetada para calcular o movimento dos astros e prever eclipses.



# A Anticítera Primeiro Sistema Embarcado

Possuía rodas dentadas que representavam o movimento dos corpos celestes no espaço, as distâncias entre a Terra e esses corpos e a geometria das órbita satelitais.

Com a evolução da tecnologia e o início da eletrônica, foi possível criar circuitos que automatizavam funções.





# Apollo Guidance Computer (AGC)

A corrida espacial das décadas de 1960 e 1970 trouxe diversos avanços tecnológicos à humanidade. Um desses ganhos surgiu da necessidade de orientação, navegação e controle do foguete Apollo durante a navegação em direção à Lua.

Assim nasceu o Apollo Guidance Computer, um sistema eletrônico digital revolucionário para a época, instalado a bordo de cada módulo de comando do foguete Apollo e de seu módulo Lunar.

# Inovações do Apollo Guidance Computer

---

## Miniaturização

Componentes miniaturizados por meio da integração de circuitos eletrônicos em módulos de silício, conhecido posteriormente como circuito integrado.

---

## Memória Interna

Possuía uma memória interna de leitura que permitia o embarque de um código de processamento.

---

## Interface DSKY

Teclado matricial de interfaceamento e programação onde os astronautas poderiam configurar os controles de voo.





**4 KB DE RAM  
PARA CHEGAR NA LUA**

<https://www.youtube.com/watch?v=ge6zfKaMfAQ>

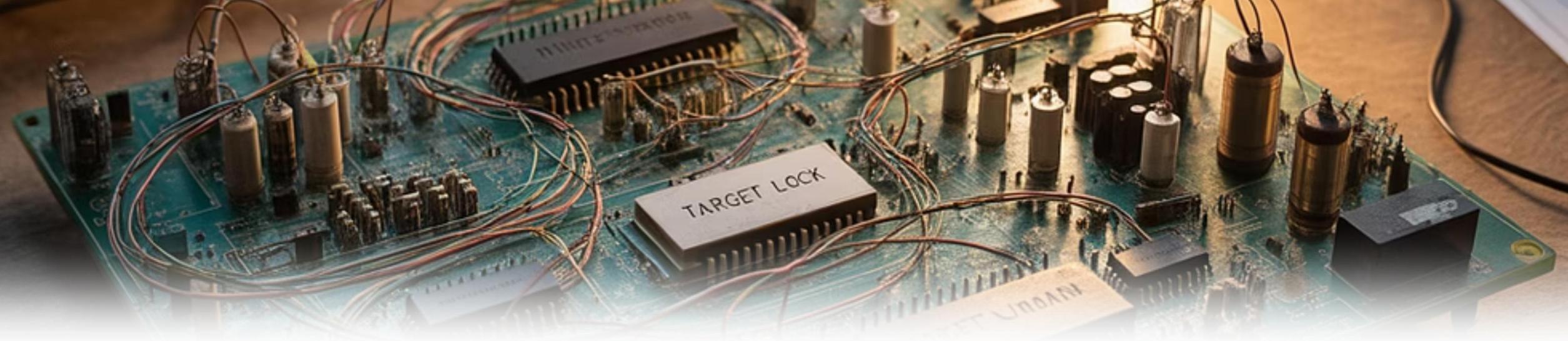
A!  
AL

# Míssil Minuteman

Também chamado de LGM-30, o míssil Minuteman foi projetado na década de 1960 pelos EUA. Da necessidade de confeccionar controles de direção desse míssil, foram produzidos diversos sistemas eletrônicos embarcados.

A produção em série de sistemas embarcados propiciou a redução de custos atrelados à confecção desses sistemas, permitindo a comercialização em escala comercial.





# Impacto do Minuteman na Indústria

\$1000s

Custo Inicial

Milhares de dólares por unidade  
antes da serialização

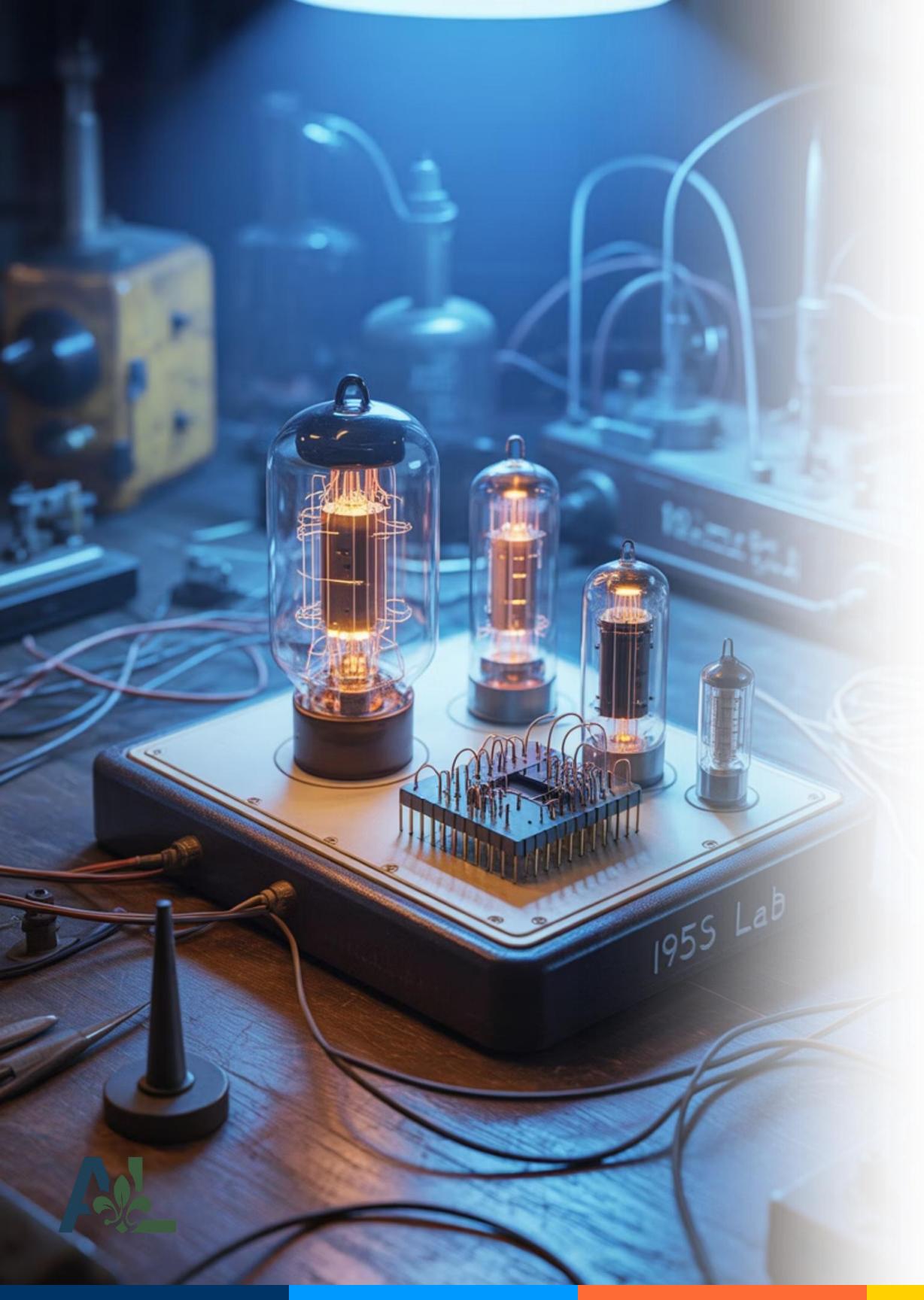
\$3

Custo Final

Cerca de 3 dólares por unidade  
após produção em série

A serialização da produção dos circuitos embarcados no míssil Minuteman deixou como legado à sociedade uma indústria capaz de produzir sistemas embarcados com as mais diversas finalidades em aplicações comerciais.





# Circuitos Eletrônicos - Evolução

A eletrônica é uma área da engenharia que lida com a manipulação de energia elétrica para realizar funções úteis. Existem dois tipos principais de eletrônica que revolucionaram o desenvolvimento dos sistemas embarcados.

# Eletrônica Analógica & Digital

## Eletrônica analógica

- ✓ Trabalha com sinais contínuos (ex.: som captado por um microfone, variação de temperatura em um sensor).
- ✓ É usada em rádios, amplificadores, instrumentos de medição etc.

## Eletrônica digital

- ✓ Trabalha com sinais discretos, normalmente em formato binário (0 e 1).
- ✓ É a base dos microcontroladores, processadores e circuitos lógicos que compõem os sistemas embarcados modernos.

Podemos dizer que os sistemas embarcados modernos só puderam existir porque a eletrônica analógica permitiu medir o mundo real (temperatura, som, luz) e a eletrônica digital tornou possível processar essas informações de forma rápida, confiável e programável.



# Principais Diferenças

## Processamento de Sinais

Analógica: sinais processados diretamente.

Digital: convertidos em números binários, mais precisa e confiável.

## Complexidade do Circuito

Analógica: mais simples.

Digital: mais flexível e programável, facilmente modificável.

## Interferências Externas

Analógica: suscetível a interferências.

Digital: menos suscetível, mais estável em ambientes adversos.

## Custo

Analógica: geralmente mais barata.

Digital: custos diminuindo rapidamente, tornando-se mais acessível.



# Linha do Tempo dos Dispositivos Ativos

## 1904 - Válvula Termiônica

Criada por John Ambrose Fleming, baseada no efeito termiônico. Principal dispositivo ativo da época.

## 1906 - Válvula Triodo

Lee de Forest introduziu um terceiro filamento capaz de controlar o fluxo da corrente elétrica valvular.

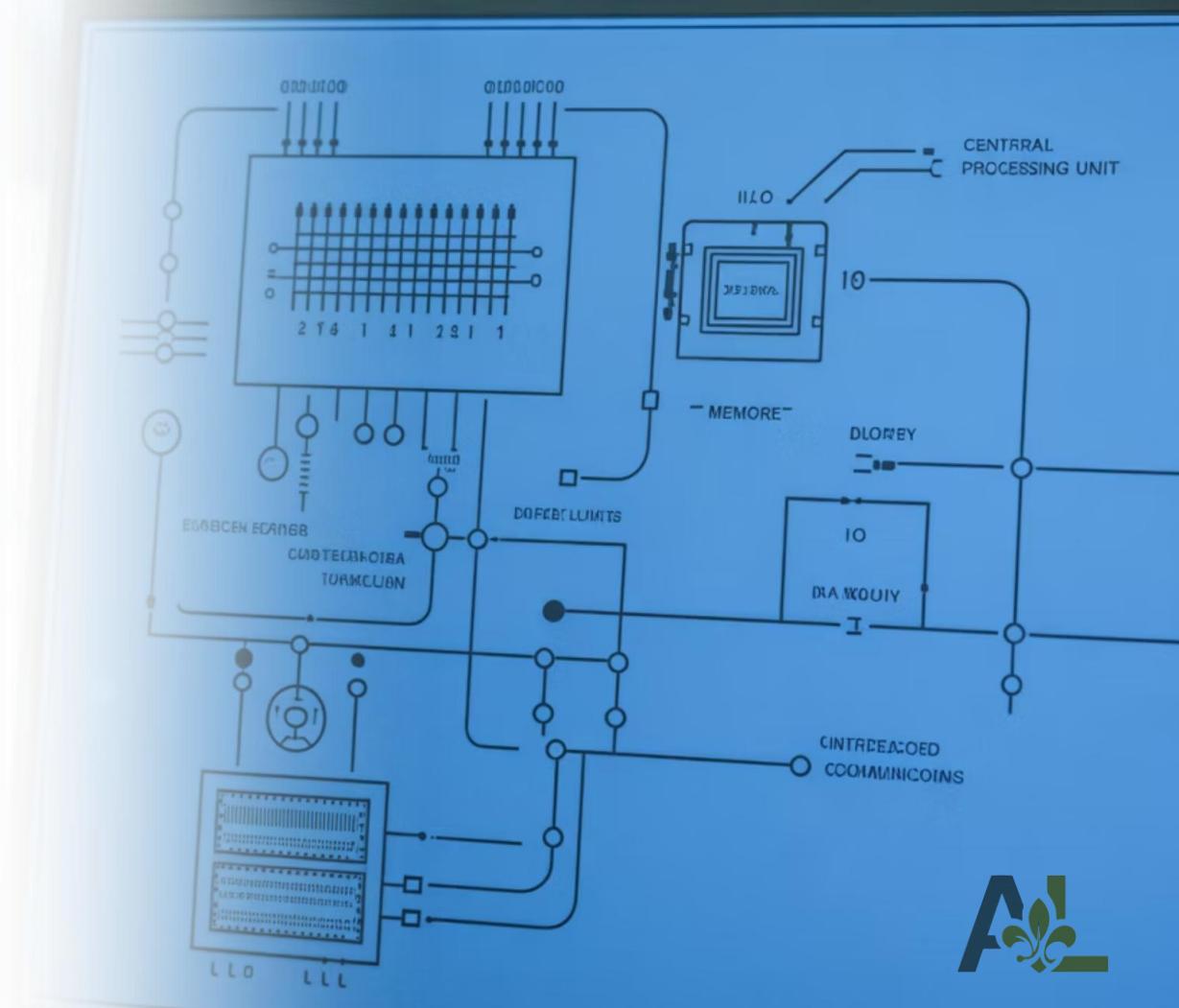
## 1947 - Transistor

Dispositivo semicondutor que realizava as funções da válvula, capaz de chaveamento em altíssimas velocidades.

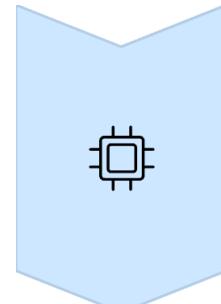


# Arquitetura de Hardware dos Sistemas Embarcados

De forma geral, o hardware dos dispositivos eletrônicos empregados em sistemas embarcados deve possuir, minimamente, os seguintes componentes essenciais para seu funcionamento adequado.

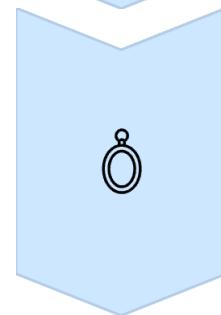


# Componentes Básicos



## Processador

Responsável por executar as instruções e processar os dados do sistema.



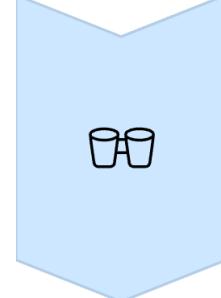
## Memória

Armazena variáveis de estado de inicialização do hardware e os programas a serem executados.



## Dispositivos de E/S

Permite interação com usuários e sensores diversos relacionados com a aplicação do sistema.



## Barramento

Possibilita a integração e comunicação entre os diversos dispositivos existentes.



# Microcontrolador

É um computador de dimensões reduzidas produzido em um único circuito integrado. Ele possui os principais elementos apresentados na arquitetura básica de um sistema embarcado.

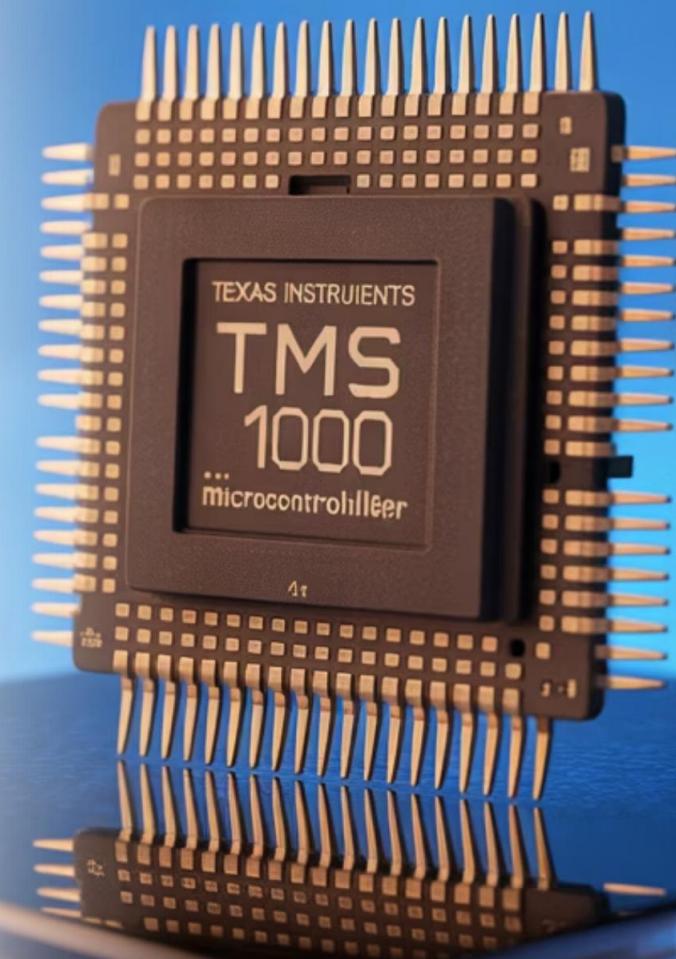
O primeiro microcontrolador foi criado em 1971, o TMS 1000, produzido em escala comercial no ano de 1974.

## Vantagens

- Baixo custo
- Consumo reduzido
- Dimensões compactas

## Desvantagens

- Limitação de processamento
- Uso limitado de memória



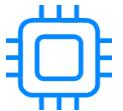


# Famílias de Microcontroladores Populares



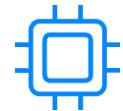
## Arduino

Plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, amplamente utilizada em projetos educacionais e comerciais.



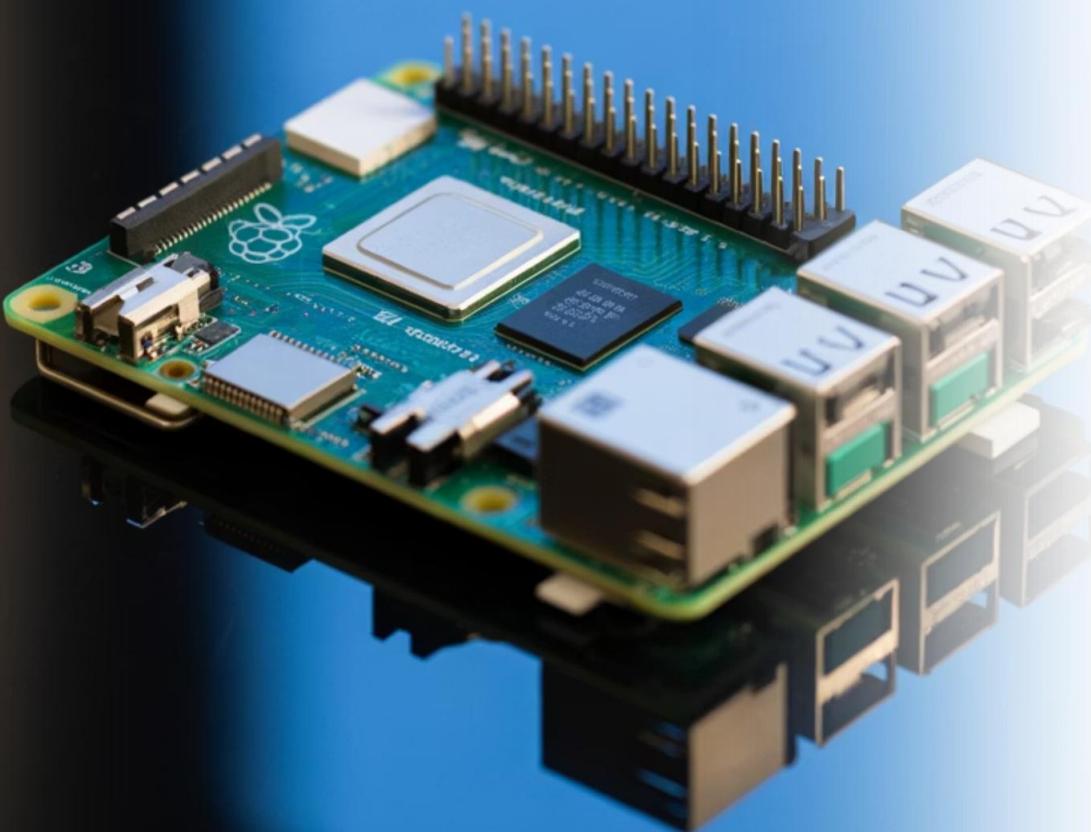
## PIC (Microchip)

Família de microcontroladores da Microchip, conhecida pela robustez e versatilidade em aplicações industriais.



## ARM

Arquitetura Acorn RISC Machine, amplamente utilizada em dispositivos móveis e sistemas embarcados avançados.



# Computadores de Placa Única (SBC)

A principal diferença entre um SBC e um computador pessoal está no fato de que no primeiro não é permitida a substituição, ou upgrade de processador, memórias e interfaces de entrada e saída.

Os SBC possuem maior capacidade de processamento e memória que os microcontroladores, permitindo executar tarefas mais complexas a um custo relativamente baixo.

# Raspberry Pi - Líder de Mercado

A família mais difundida no mercado é a Raspberry-Pi, utilizada em uma gama de atividades eletrônicas em que se exige a integração com diversos sistemas e razoável poder de processamento eletrônico.

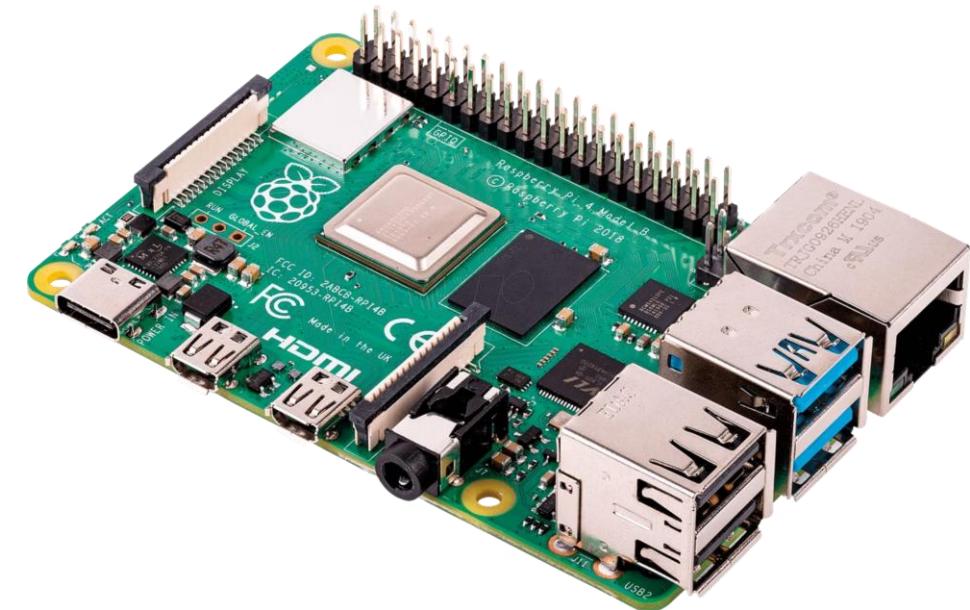
Características principais:

Sistema operacional Linux

Conectividade Wi-Fi e Bluetooth

Múltiplas portas GPIO

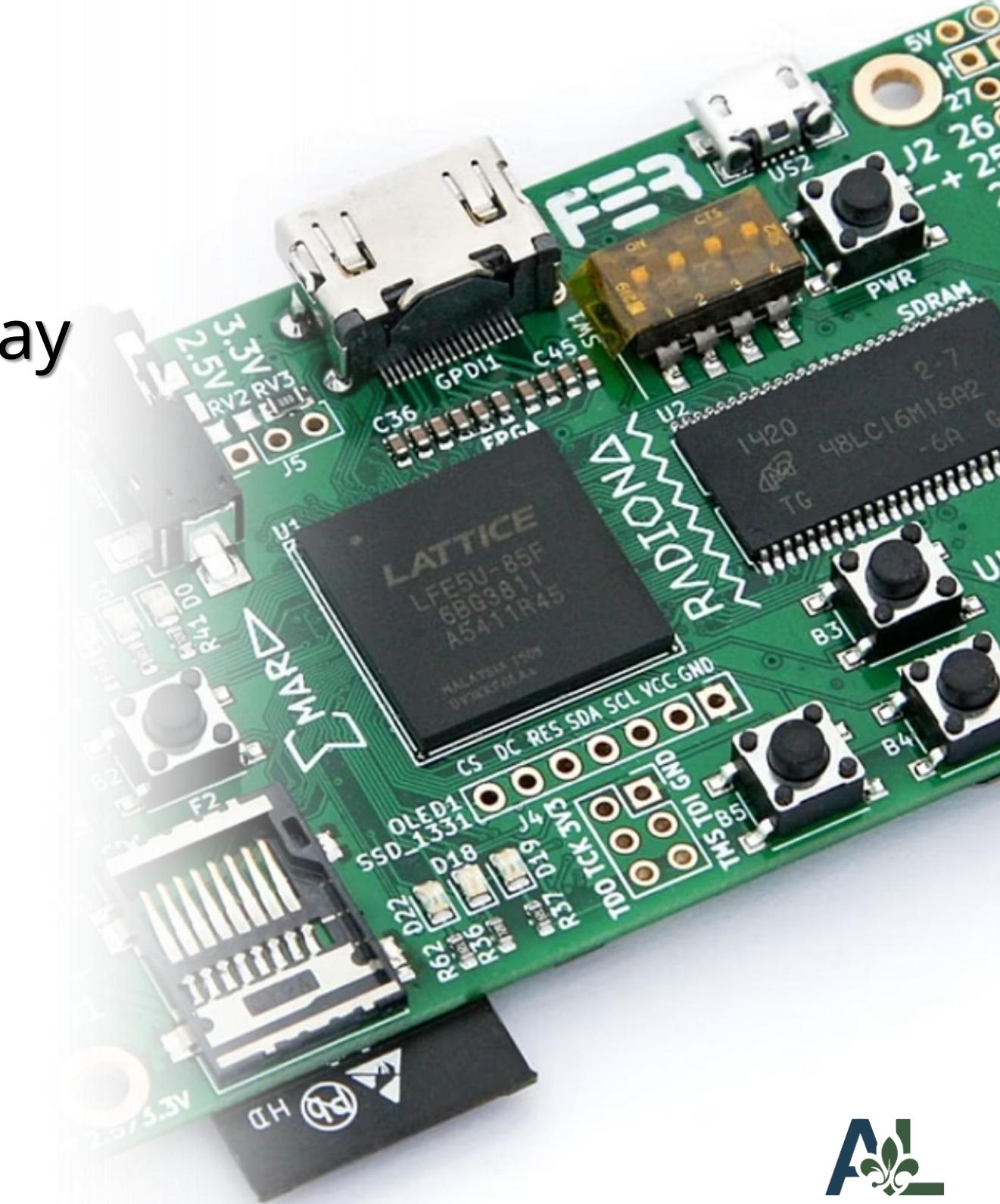
Suporte a câmera e display



# FPGA - Field-Programmable Gate Array

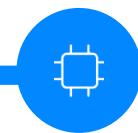
A tecnologia de arranjo de portas programáveis de campo foi um dos maiores avanços para a indústria do desenvolvimento de hardware. Por meio dela é possível realizar a programação em hardware em uma placa de circuito após sua comercialização.

Isso significa que um engenheiro pode ajustar o hardware assim como programadores ajustam seus programas até que esteja adaptado à aplicação destinada.



# Hardware Programming

## Linguagens para FPGA



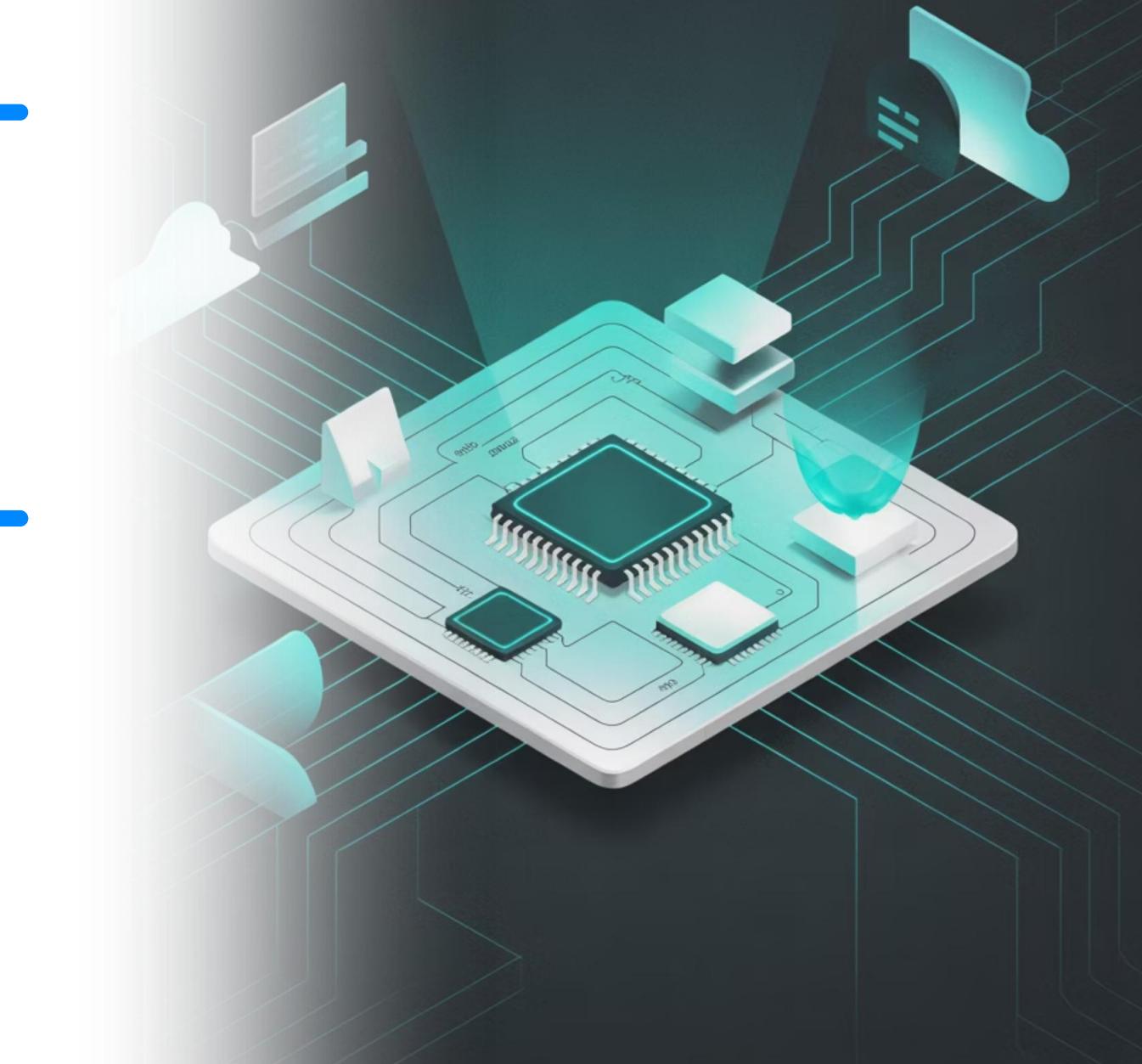
### VHSIC

Very High Speed Integrated Circuits - linguagem de descrição de hardware para circuitos de alta velocidade.



### VHDL

Hardware Description Language - linguagem específica para programação de circuitos FPGA.



A photograph of a laptop screen showing a terminal window with code. The code appears to be in C or C++, involving memory management and file operations. A desk lamp is visible in the background, casting light on the laptop.

# Software para Sistemas Embarcados

O software para o uso em sistemas embarcados deve ser desenvolvido de forma específica para cada dispositivo e possui características diferentes dos softwares desenvolvidos para computadores pessoais.

Outra característica importante é sua interação direta com o hardware. O desenvolvedor precisa ter amplo conhecimento da arquitetura de hardware para assegurar o funcionamento adequado.

# Características do Software Embarcado



## Desenvolvimento Específico

Customizado para cada dispositivo e aplicação particular.



## Interação com Hardware

Interação direta com periféricos e sensores do hardware.



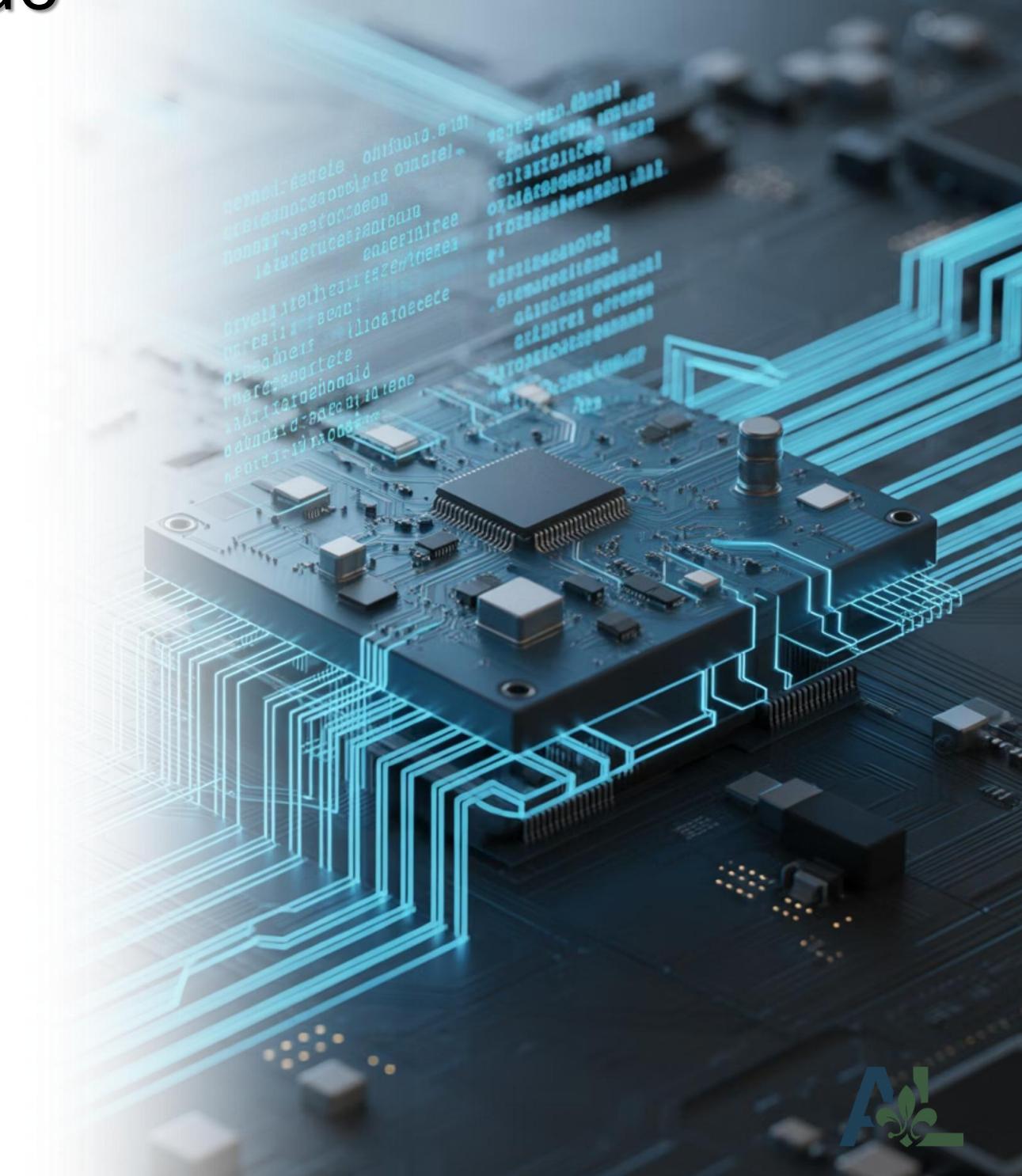
## Alta Confiabilidade

Deve ser altamente confiável e estável para aplicações críticas.



## Testes Rigorosos

Desenvolvedores devem realizar testes extensivos antes do lançamento.



# Firmware

É um software desenvolvido de forma customizada para um hardware específico. Ele contém as instruções formatadas para aquele dispositivo executar as funções para que foi construído.

Esse software reúne uma série de instruções que compilam todas as capacidades de um determinado hardware, acessíveis aos desenvolvedores por meio de linguagem de máquina de baixo nível, como o Assembly.

Praticamente todo dispositivo eletrônico possui um firmware. É comum os equipamentos modernos receberem atualizações de firmware para correções, aperfeiçoamento ou incremento de capacidades.





# Sistemas Operacionais Embarcados

Sistemas embarcados podem empregar um sistema operacional simplificado. O sistema operacional é responsável pela administração e gerenciamento dos recursos de um sistema, estabelecendo uma interface amigável entre a máquina e o usuário.

# Principais Sistemas Operacionais



## TinyOS

Sistema operacional aberto projetado para dispositivos de redes de sensores sem fio. Possui ampla funcionalidade ligada à rede de computadores.



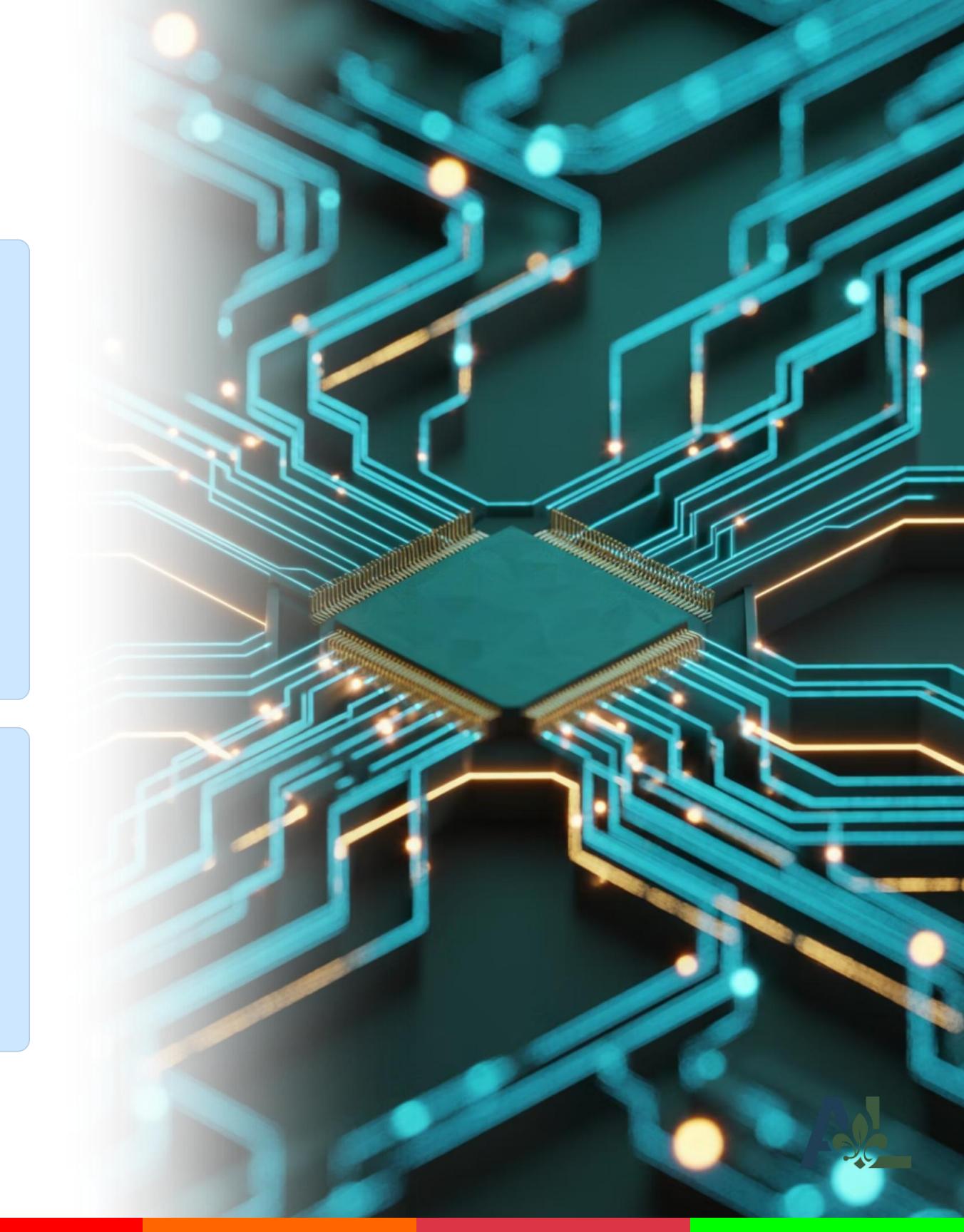
## Windows CE

Versão do Windows para sistemas embarcados de baixa capacidade. Equipa desde nanocomputadores até telefones celulares mais antigos.



## Raspberry Pi OS

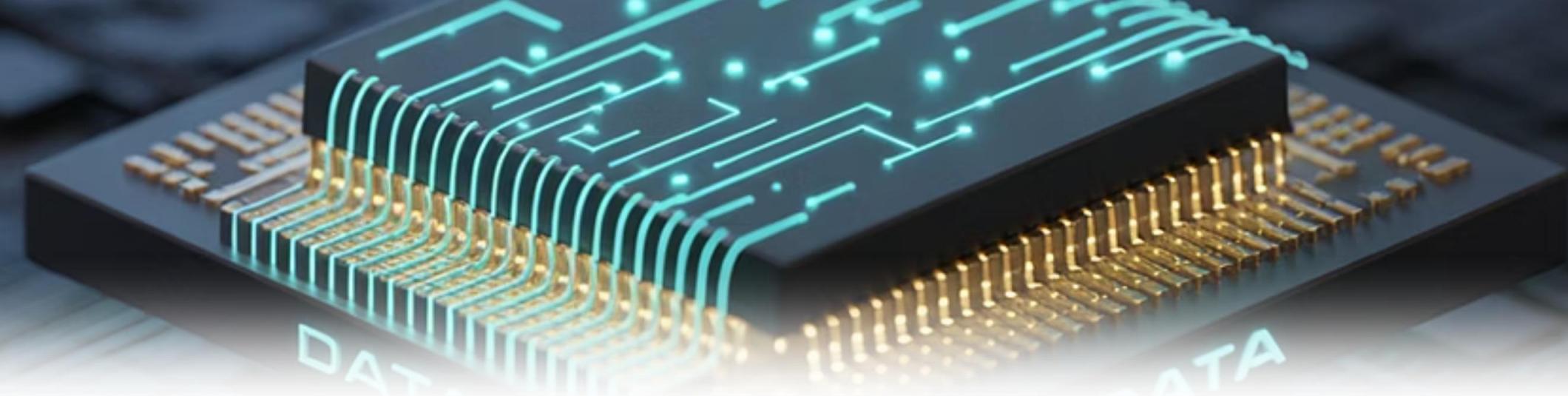
Um dos sistemas embarcados mais utilizados, por apresentar bom desempenho, conhecimento difundido e ser isento de custos de licenciamento.





# Tipos de Sistemas Embarcados

Os sistemas embarcados estão presentes no dia a dia da sociedade moderna. Dependendo da aplicação, podem possuir características diferentes. Para classificar essa diversidade, organizamos em diferentes categorias.



# Classificação dos Sistemas Embarcados



## De Computação Geral

Embarcados na maioria dos dispositivos de uso comum.



## De Sistemas de Controle

Embarcados nos automóveis, aviões e reatores nucleares.



## De Processamento de Sinais

Embarcados em radares, sonares e DVD players.



## De Comunicação

Embarcados em roteadores e modems de internet.



# Sistemas de Computação de Uso Geral

Como o próprio nome sugere, existem diversas aplicações de uso geral que utilizam sistemas embarcados ao nosso redor. São normalmente confeccionadas com dispositivos reduzidos, de baixa capacidade de processamento e de baixo custo.



## Exemplos de Uso Geral



### Fechaduras Inteligentes

Fechaduras modernas com capacidade de abrir ou fechar por meio de senhas, impressões digitais ou sistema RFID.



### Aparelho de Micro-ondas

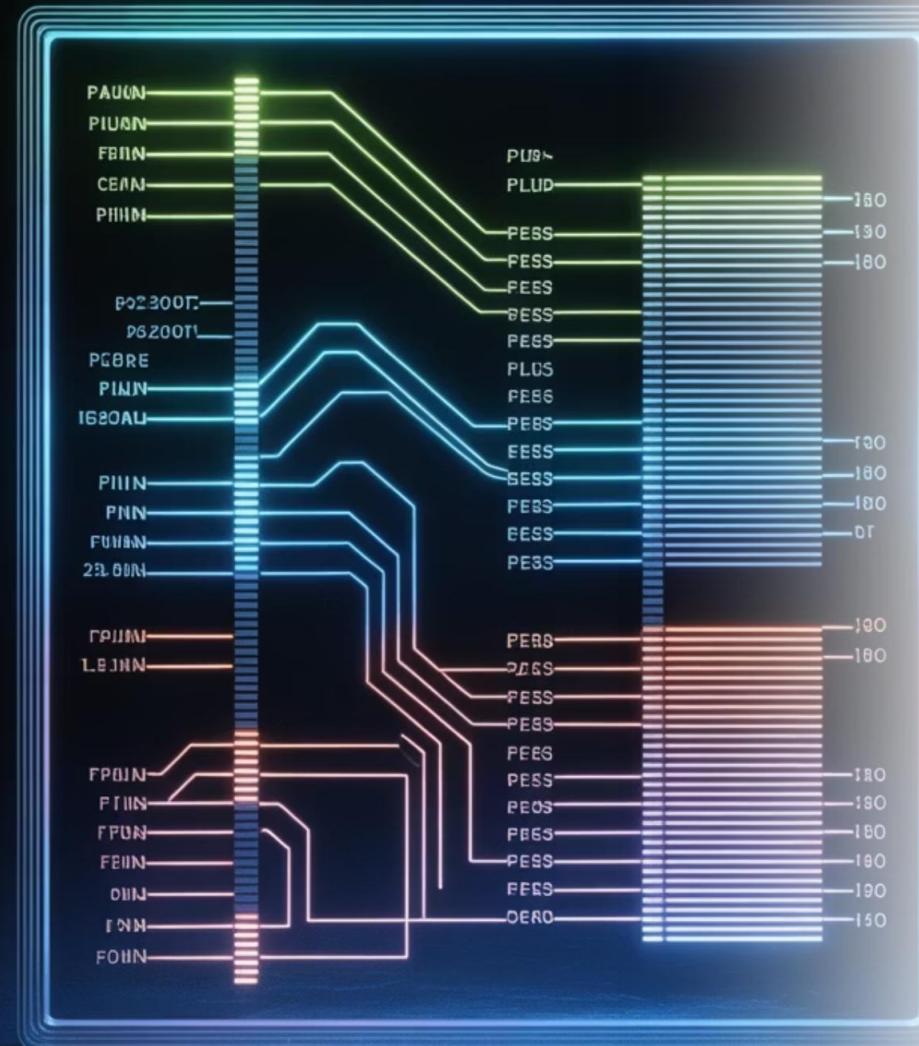
Aquecedores de alimentos com capacidade de programação de níveis de potência e tempo de uso.



### Brinquedos

Carrinhos de controle remoto ou bonecas com capacidade de interação.

# PIC16874A



## Microcontrolador PIC16F874A

Esses dispositivos são geralmente controlados por sistemas embarcados baseados em microcontroladores com grandes limitações de processamento e armazenamento, como alguns chips da família Arduino ou PIC da empresa Microchip.

Internamente, um microcontrolador é composto por diversas unidades funcionais interligadas: processador, memória, dispositivos de entrada e saída, conversores analógico-digital, temporizadores, entre outros.

# Sistemas de Controle

Um sistema embarcado voltado a aplicações de controle é aquele que gerencia o comportamento de máquinas ou outros sistemas físicos por meio de sua modelagem matemática e projeto de controle.

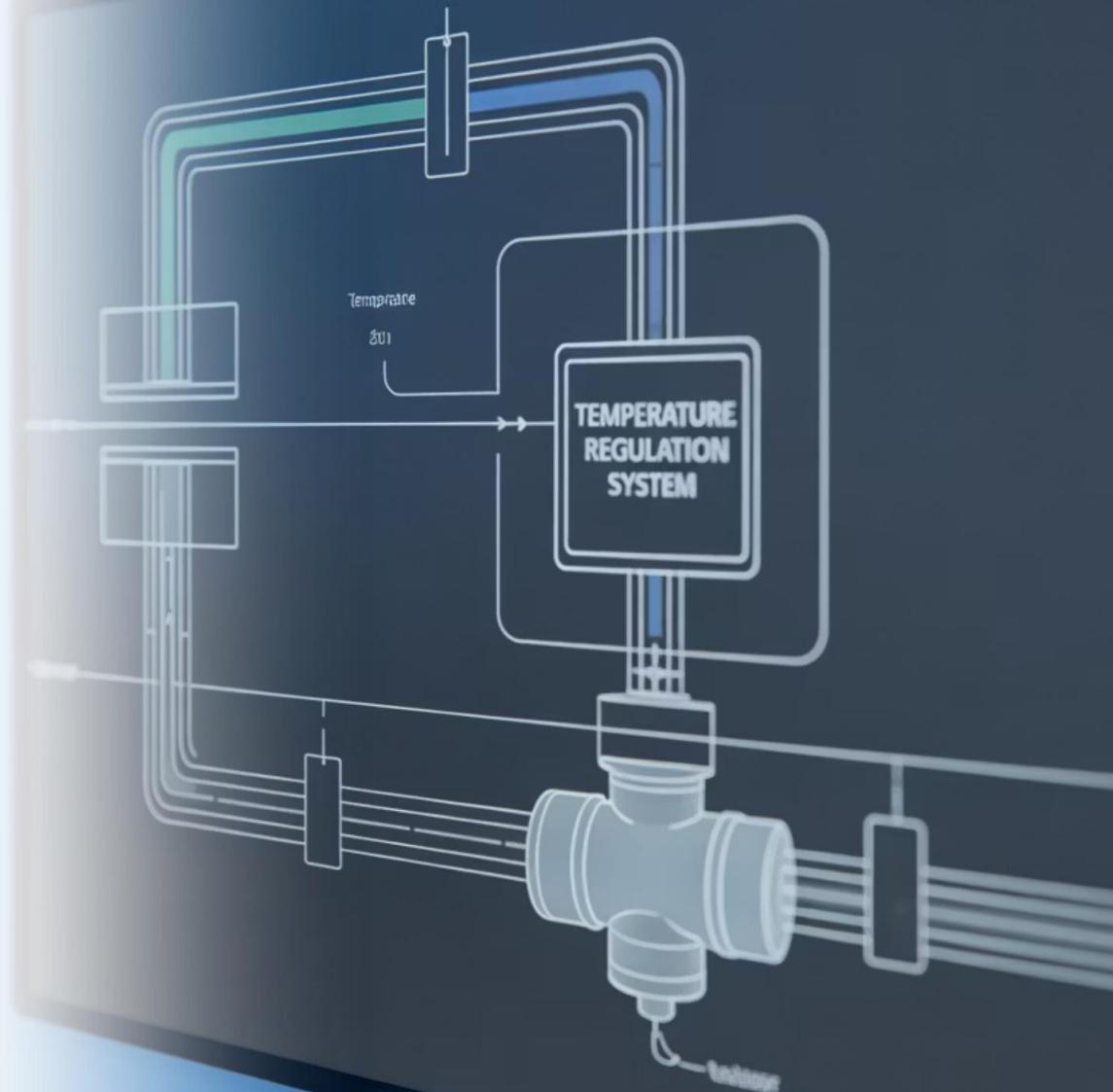
Ao entrar num elevador moderno, as etapas de aceleração e frenagem são quase imperceptíveis devido aos sistemas embarcados de controle que gerenciam a operação dos motores e freios.



# Características dos Sistemas de Controle

A característica de um sistema de controle mais rebuscado está relacionada ao fato de que uma medida da saída do processo retorna como uma das variáveis de entrada.

Dessa forma, o sistema de controle tem uma variável importantíssima para acompanhar a saída do sistema e realizar o monitoramento ou as correções necessárias para que essa saída possua as características desejadas.



# Sistema de Freio ABS

O freio ABS (anti-lock braking system) é uma das tecnologias automotivas que mais trouxe benefícios à segurança dos automóveis, pois proporciona maior controle das situações de frenagem dos veículos.



# Componentes do Sistema ABS



## Sensores de Velocidade

Quatro sensores de velocidade, um em cada roda do veículo.



## Bomba Hidráulica

Uma bomba hidráulica com fluido de freio.



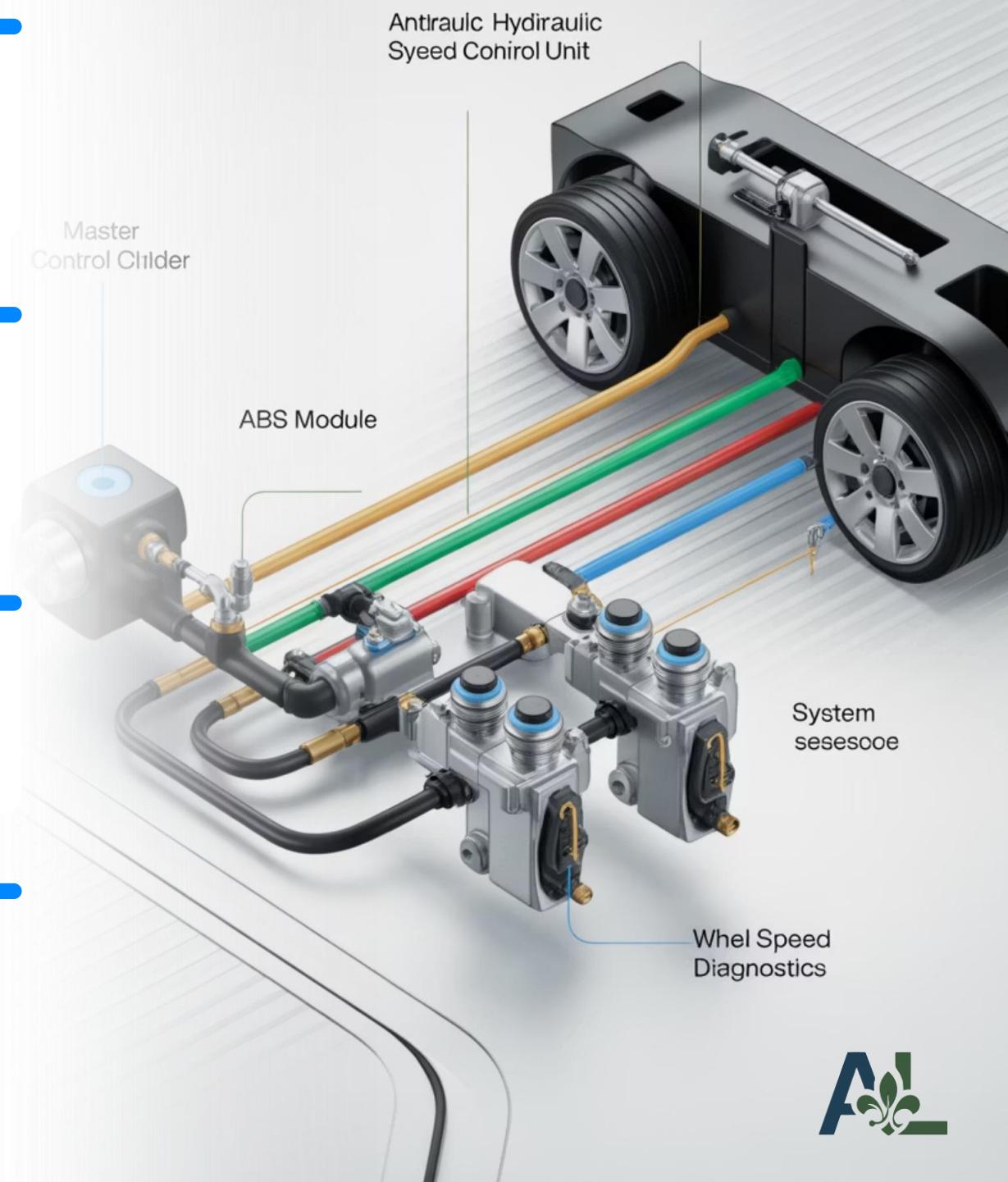
## Válvulas Hidráulicas

Quatro válvulas hidráulicas que recebem o fluido.



## Controlador Elétrico

Um controlador elétrico que monitora os sensores de velocidade.



# Sistemas de Processamento de Sinais

Os sistemas naturais são em essência analógicos; inicialmente, a eletrônica realizava o processamento desses sinais diretamente nesse formato. Entretanto, temperatura, umidade, envelhecimento e outros fatores alteravam as características dos componentes eletrônicos.



Sinal analógico com interferências

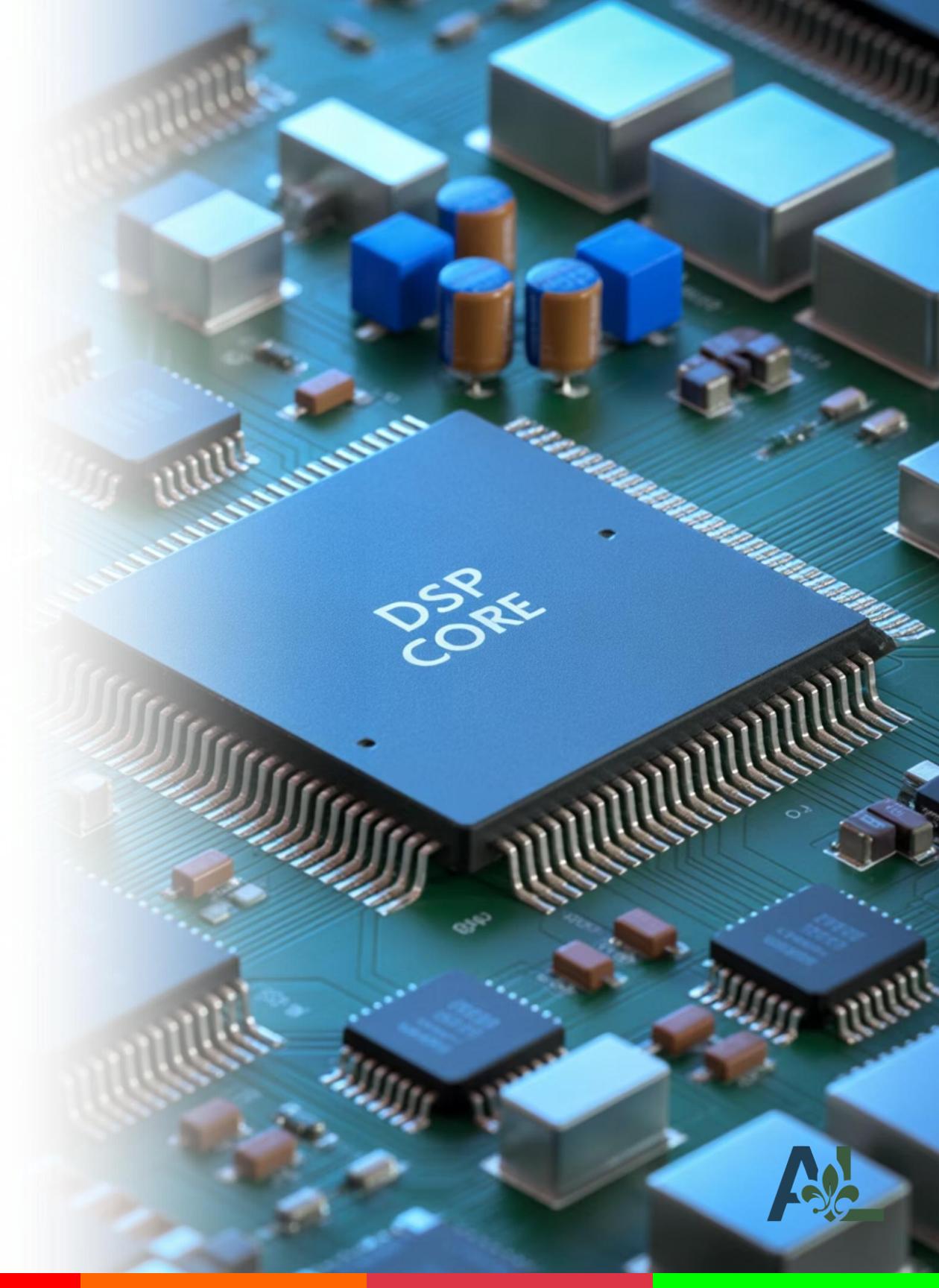


Sinal digital sem interferências

# Vantagens do Processamento Digital

Com o avanço das telecomunicações, foi possível realizar transmissões de sinais digitalizados de forma direta por meio de modulações digitais. Esse processo praticamente eliminou a influência causada pelas variáveis ambientais em sinais recebidos nesse formato.

O tratamento de sinais digitalizados exige grande capacidade computacional para realizar as operações lógicas e aritméticas necessárias, surgindo assim os sistemas embarcados customizados às atividades DSP.





# Aplicação em Sistemas Radar

Os sistemas radares são bons exemplos para ilustrar a necessidade de dispositivos embarcados com capacidade DSP, pois o sinal recebido está repleto de interferências inerentes ao ambiente, ruído térmico e falsos alvos.

Os sistemas radares devem embarcar dispositivos com capacidade de realizar operações matemáticas complexas para a filtragem de dados digitalizados, em tempo real, para correta identificação de alvos.



## Microcontrolador ARM Cortex-M55

Para aplicações com características DSP, existe uma gama de dispositivos específicos para essa atividade. Entre eles, está o microcontrolador ARM Cortex-M55.

Na arquitetura podemos observar o módulo de processamento de sinais digitais destacado, otimizado para operações matemáticas complexas em tempo real.

# Sistemas de Comunicação

As redes de computadores são responsáveis por manter as comunicações entre os dispositivos nelas interligados. Inicialmente atendiam às demandas de instituições de pesquisa e comunicações militares, mas atualmente estão presentes em todos os ambientes.

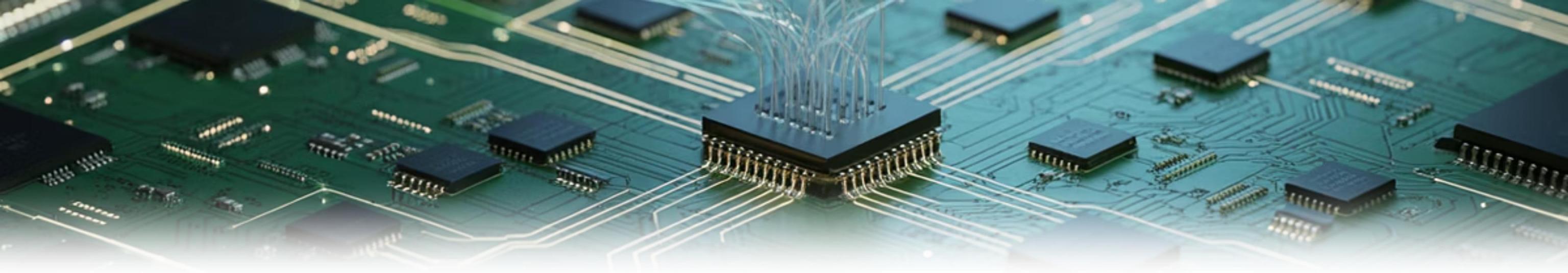
Essas redes podem operar por meio de cabos metálicos, fibras ópticas ou conexões sem fio. Todas necessitam de dispositivos roteadores e switches para o processo de encaminhamento de pacotes.





## Roteadores CISCO

Um dos maiores fabricantes de roteadores é a empresa CISCO. Os roteadores produzidos por ela possuem arquitetura customizada para a função de roteamento, com número elevado de interfaces de rede, memórias customizadas e processadores especiais.



# Componentes do Roteador CISCO



## Memória Flash

Armazena o sistema operacional IOS completo da CISCO, construído para otimizar as funções de roteamento e comutação.



## Memória DRAM

Permite troca de informações instantânea de alto desempenho, necessária ao processamento de dados em tempo real.



## Memória NVRAM

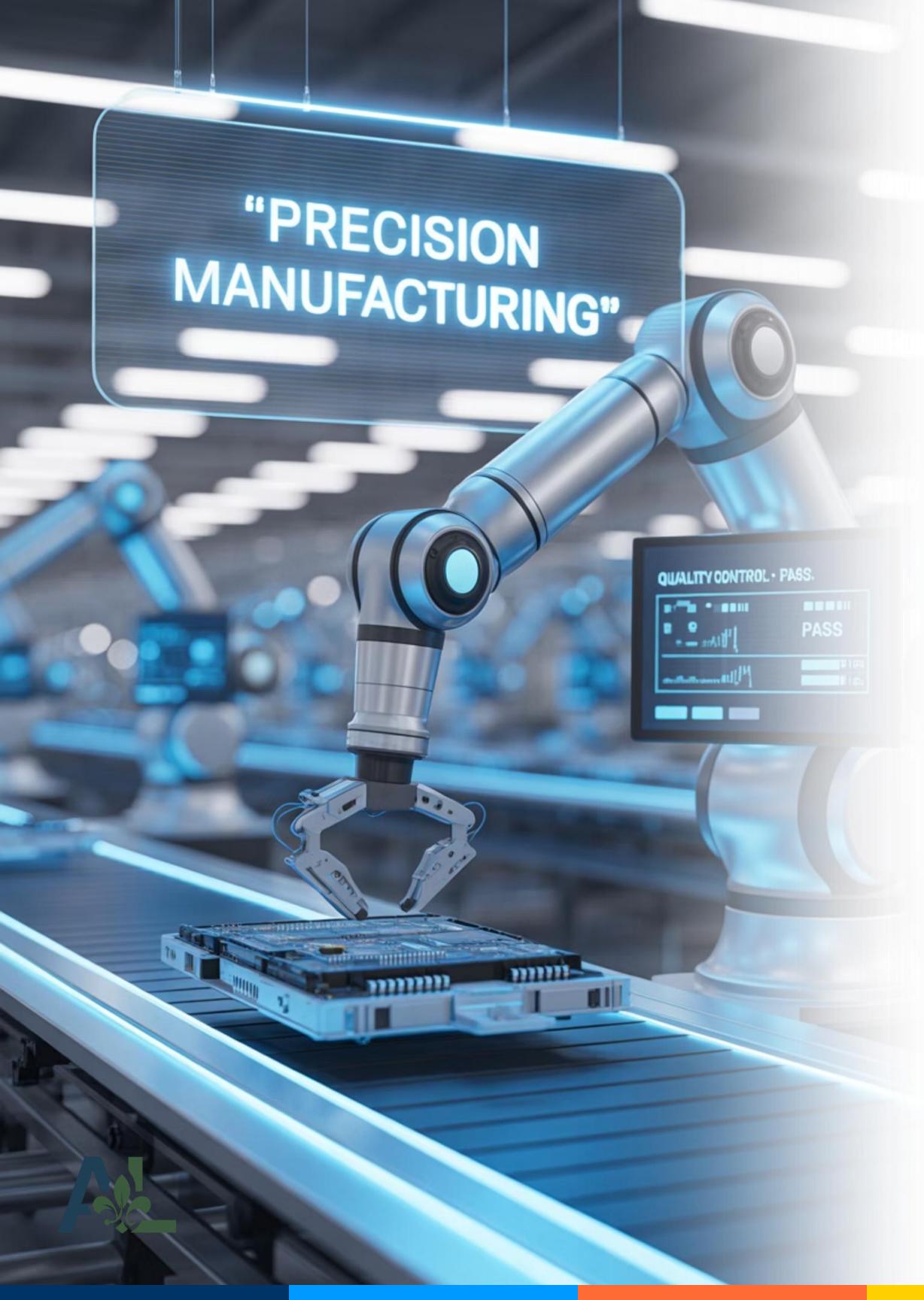
Apropriada ao armazenamento de informações de configuração do



## CPU PowerPC

Processadores de alto desempenho para as funções de roteamento, bastante utilizados pela CISCO.





## Sistemas Ciberfísicos

A indústria tem se transformado rapidamente desde a Primeira Revolução Industrial. Atualmente, presenciamos a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), em que os sistemas ciberfísicos revolucionam a forma como as pessoas vivem.

Os sistemas ciberfísicos são caracterizados pela integração entre a capacidade computacional embarcada, comunicação em rede de dados e controle das informações obtidas por meio de sensores e atuadores.

# Nexus Point

## Tecnologias dos Sistemas Ciberfísicos



Internet das Coisas

Conectividade entre dispositivos e sistemas



Big Data

Análise de grandes volumes de dados



Inteligência Artificial

Tomada de decisões automatizada

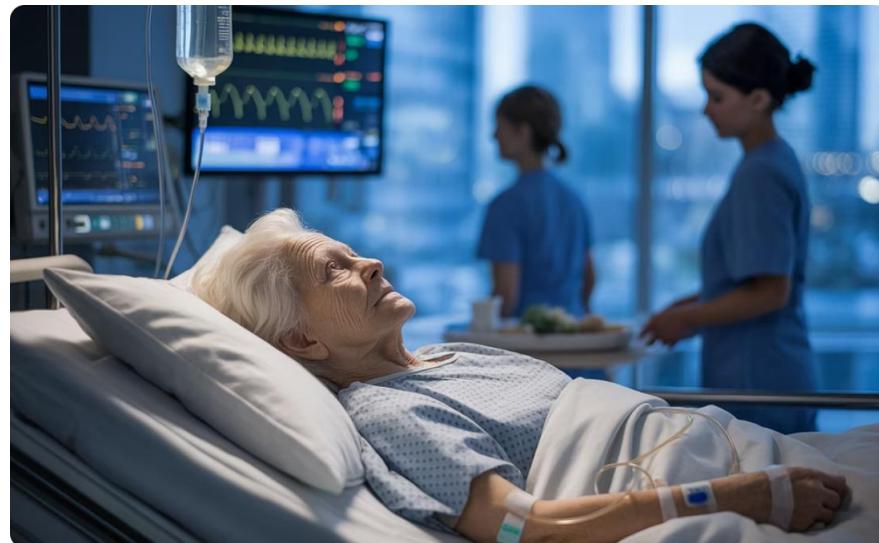


Sensores e Atuadores

Coleta e ação sobre dados físicos

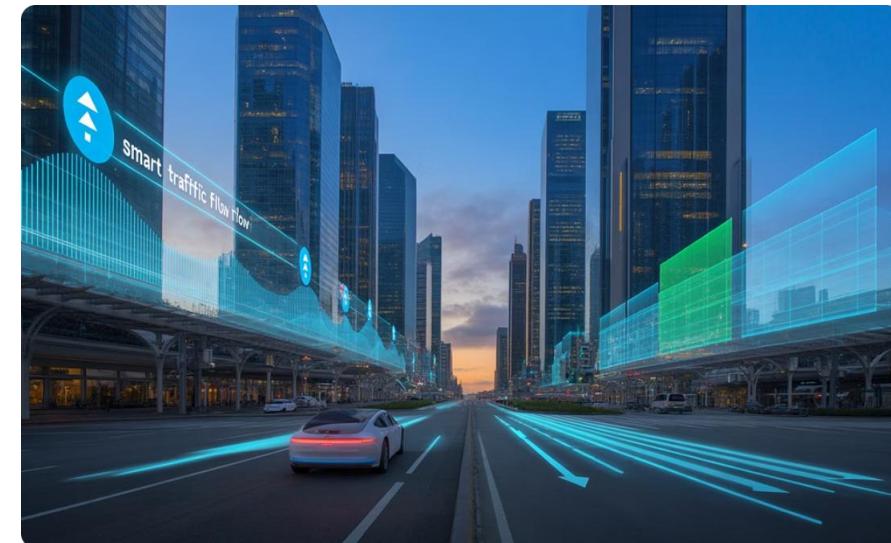


# Aplicações dos Sistemas Ciberfísicos



## Medicina

Monitoramento de informações vitais de pacientes, como batimentos cardíacos e pressão sanguínea, enviadas automaticamente para médicos.



## Engenharia de Tráfego

Monitoramento de trânsito por meio de sensores de imagens para assessorar o sistema semafórico.



## Automotivo

Leitura do ambiente para permitir a dirigibilidade do carro autônomo através de sistemas ciberfísicos.



# Internet das Coisas (IoT)

Os sistemas embarcados são os grandes fomentadores da internet das coisas, permitindo que dispositivos se conectem à internet para realizar a interação com o usuário, fabricantes ou portais específicos.

O primeiro dispositivo a conectar-se à internet foi uma máquina da Coca-Cola na Universidade de Carnegie Mellon no início dos anos 1980, para que os programadores pudessem verificar se seus refrigerantes estavam na temperatura adequada.

# Setores Beneficiados pela IoT



## Hospitalar

Monitoramento e envio de informações vitais de pacientes internados aos médicos ou equipamentos de diagnóstico.



## Rural

Monitoramento de informações diversas, como histórico de vacinas de animais e geolocalização dos rebanhos.



## Agricultura

Monitoramento em tempo real de temperatura, umidade, velocidade do vento para o bom rendimento do plantio.



## Comércio

Controle de estoque inteligente, histórico de vendas, automatização de compras.



## Transporte Público



Geolocalização de transportes urbanos, custo de passagens, entre outros.





## Central de Monitoramento HUL

A Central de Monitoramento de Pacientes do Hospital Universitário de Lagarto (HUL), da Universidade Federal de Sergipe, está diretamente ligada a 26 módulos em conexão com 46 monitores multiparamétricos de sinais vitais, do tipo IoT.

Assim, médicos e enfermeiros podem acompanhar a evolução desses pacientes de um único local, em tempo real e de forma simultânea.



# Analytics

## Big Data

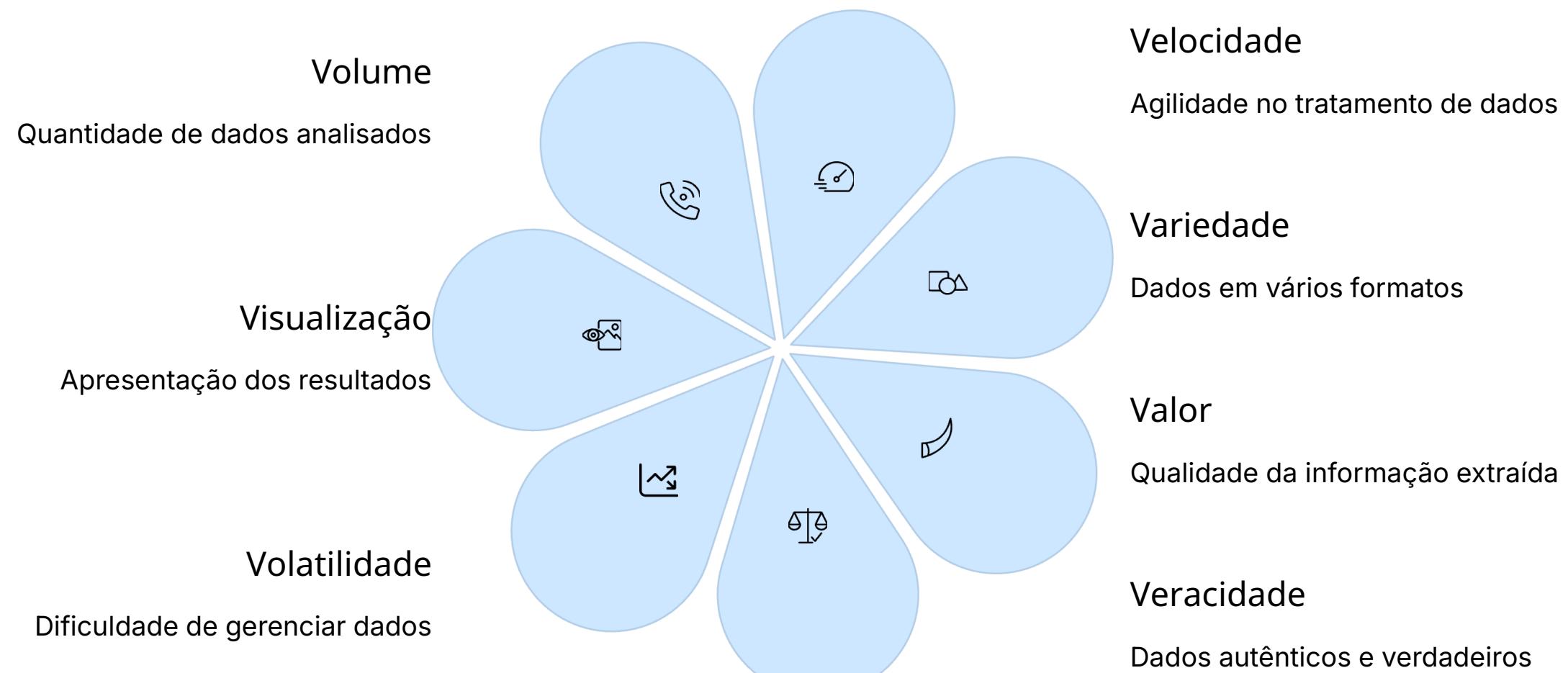
O processo de digitalização ocorrido na Terceira Revolução Industrial e a popularização do acesso à internet fizeram a quantidade de dados gerados pela humanidade crescer exponencialmente, gerando um volume de informações gigantesco.

O conceito de big data consiste na capacidade de análise dessa quantidade enorme de informações em busca de respostas às mais diversas questões ligadas a comércio, indústria, medicina e mercado financeiro.





# Os 7 Vs do Big Data



# Exemplo: Cambridge Analytica

Para exemplificar o uso e poder da big data, lembramos das eleições de 2016 nos EUA, quando a empresa Cambridge Analytica foi acusada de analisar os traços psicológicos de eleitores.

Essa empresa analisou características humanas como abertura, conscienciosidade, extroversão, afabilidade e neuroticidade de cerca de 87 milhões de usuários do Facebook, para identificar as tendências do eleitorado norte-americano.



# Inteligência Artificial (AI)

A inteligência artificial consiste na capacidade dos dispositivos eletrônicos passarem a funcionar de maneira similar ao pensamento humano, ou seja, possuir a habilidade de tomar decisões e sanar problemas de forma autônoma.

O ramo do conhecimento mais ligado à IA é a ciência de dados, um campo científico multidisciplinar utilizado para extrair valor dos dados por meio do aprendizado de máquina (machine learning).



# Aplicações da IA



## Compreensão de Informações

Simplificação de grande volume de informação disponível para análise humana.



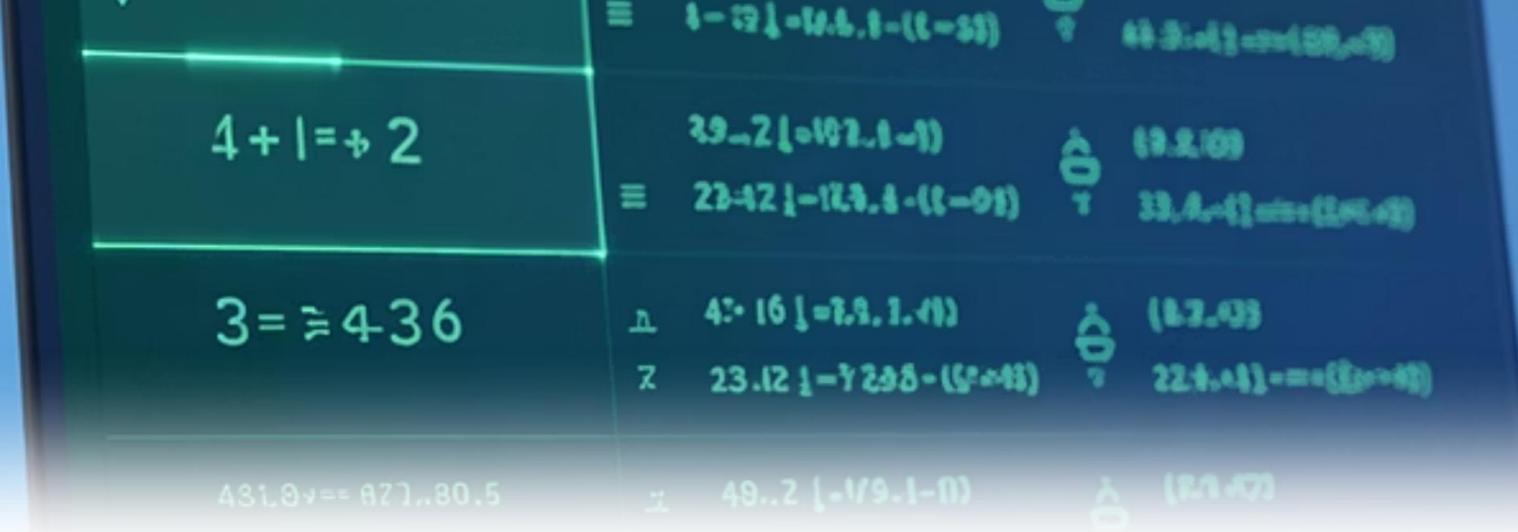
## Automatização de Tarefas

Automatização de tarefas complexas que necessitem de análise de dados e confrontação com parâmetros predefinidos.



**Intelligence**  
neural network





## ChatGPT - Exemplo Prático

Um exemplo de aplicação de inteligência artificial é o ChatGPT, um chatbot criado pela empresa OpenAI que utiliza IA para interagir com humanos. Ele é capaz de fornecer respostas a uma gama de questionamentos, desde problemas matemáticos até aqueles relacionados ao conhecimento humano.

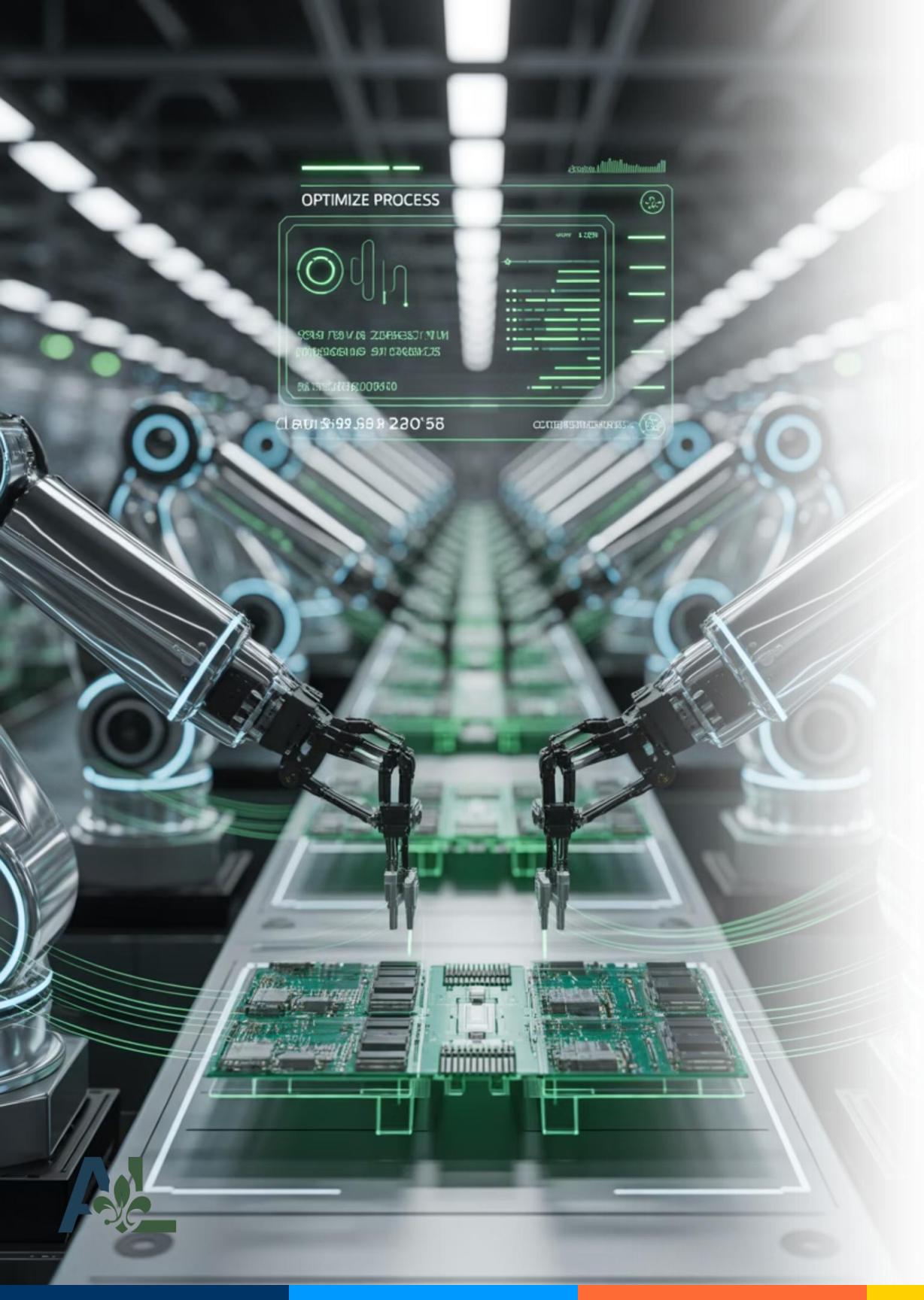
# Alexa e Automação Residencial

A Alexa, da empresa Amazon, é um sistema embarcado capaz de realizar a interação dessa IA com dispositivos de IoT residenciais, smartTVs, aplicativos de smartphones etc.

## Exemplo: Lâmpadas Inteligentes

Há lâmpadas que podem ser controladas pela aplicação de IA Alexa. Essa lâmpada permite controle de operação e brilho de forma remota pela rede wi-fi, possibilitando a integração com dispositivos de IA.





# Desafios e Benefícios da Indústria 4.0

Os benefícios que as novas tecnologias podem trazer à humanidade permitem o avanço inevitável dessas mudanças com redução dos impactos de sua implantação.



## Desafios

- Extinção de postos de trabalho
- Custo de implantação
- Adaptação às novas tecnologias



## Benefícios

- Melhoria dos serviços
- Redução de custos
- Preservação do meio ambiente
- Criação de novas profissões



# Considerações Finais

Neste estudo, apresentamos os conceitos que envolvem os sistemas embarcados e um histórico de seu desenvolvimento. Vimos como funciona a engenharia envolvida no desenvolvimento dos processadores, memórias, barramentos e interfaceamento presentes em todos os sistemas embarcados.

Realizamos a classificação dos sistemas embarcados, apresentando as peculiaridades daqueles de uso geral, de controle, de processamento de sinais e de comunicação. Por fim, apresentamos os sistemas ciberfísicos e as tecnologias que ainda demandarão evolução desses sistemas.

# Explore Mais



## ChatGPT

Realize o cadastro na aplicação ChatGPT da OpenAI e interaja com a aplicação de inteligência artificial para entender melhor suas capacidades e aplicações.



## Referências

FLOYD, T. L. Sistemas digitais: fundamentos e aplicações. São Paulo: Bookman, 2007.

PINHEIRO, C. A. M. Sistemas de controles digitais e processamento de sinais. Rio de Janeiro: Interciênciac, 2017.

VAHID, F. Sistemas digitais: projeto, otimização e HDLs. Porto Alegre: Bookman, 2008.

