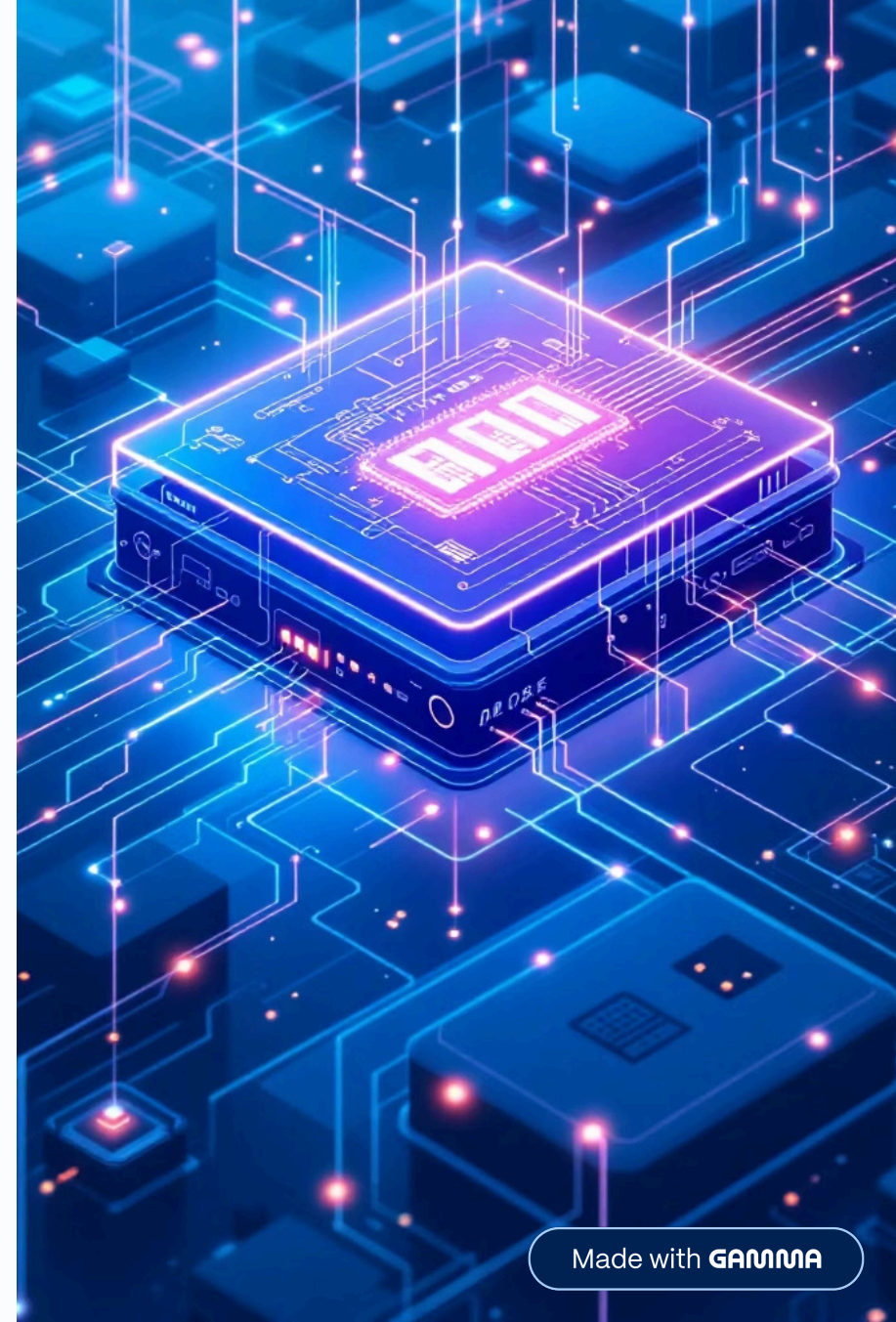


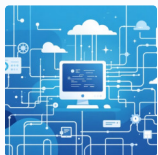
# Aula 2 - Fundamentos & Hardware: Introdução à Arquitetura de Computadores

**Prof. Cloves Rocha** · ADS & Ciência da Computação

Nesta aula, mergulharemos nos alicerces da computação, explorando a arquitetura, o funcionamento interno dos processadores e a linguagem que as máquinas compreendem. Prepare-se para desvendar os segredos do hardware que impulsiona o mundo digital.



# O que é Arquitetura de Computadores?



## Conjunto de Regras e Métodos

A arquitetura de computadores define a estrutura conceitual e o comportamento operacional de um sistema computacional. Ela abrange o conjunto de instruções, os modos de endereçamento, os registradores e a organização da memória, determinando como o hardware e o software interagem para executar tarefas.



## Base para o Entendimento

Compreender a arquitetura é crucial para qualquer profissional da computação. É através dela que se entende como um programa escrito em uma linguagem de alto nível é traduzido e executado pelo hardware, desde a menor instrução até operações complexas de processamento de dados.



## Patterson & Hennessey

Grandes nomes da área, David A. Patterson e John L. Hennessey, são referências em arquitetura de computadores. Seus trabalhos estabeleceram muitos dos conceitos fundamentais que ainda hoje guiam o design e a compreensão dos sistemas computacionais, focando na performance, custo e eficiência energética.

# Operações Lógico-Aritméticas e a ULA

A Unidade Lógico-Aritmética (ULA) é o "cérebro" matemático do processador, responsável por todas as decisões numéricas e lógicas.

- **Função Principal:** A ULA é um circuito digital que realiza operações aritméticas (adição, subtração, multiplicação, divisão) e operações lógicas (AND, OR, NOT, XOR) com números binários.
- **Componente Essencial:** É um dos componentes centrais da Unidade Central de Processamento (CPU), indispensável para a execução de qualquer programa. Sem ela, o computador não conseguiria processar dados ou tomar decisões lógicas.
- **Operações Lógicas:** Além dos cálculos, a ULA compara dados (maior que, menor que, igual a) e manipula bits, o que é fundamental para o controle de fluxo de programas e para a manipulação de dados em nível de bit, como deslocamentos de bits (shift operations).
- **Velocidade e Eficiência:** A performance da ULA é crítica para o desempenho geral do processador. ULAs modernas são projetadas para serem extremamente rápidas e eficientes, processando múltiplos pares de operandos simultaneamente em alguns ciclos de clock.

# Linguagem de Máquina e Representação de Instruções

## Linguagem de Máquina: O Dialeto do Processador

A linguagem de máquina é a forma mais fundamental de comunicação com um computador. Consiste em uma série de códigos binários (0s e 1s) que representam as operações e dados que o processador pode executar diretamente. Cada processador possui seu próprio conjunto de instruções, tornando a linguagem de máquina específica para cada arquitetura.

## Formato das Instruções

Uma instrução de máquina tipicamente é composta por duas partes principais: o **opcode (código de operação)**, que especifica a operação a ser realizada (ex: somar, carregar, armazenar), e os **operandos**, que indicam os dados ou os endereços de memória onde os dados estão localizados ou serão armazenados. Este formato permite que o processador saiba o que fazer e com quais informações.

## Codificação e Interpretação

Quando um programa é compilado, o código-fonte de alto nível é traduzido para essa sequência de instruções de máquina. O processador, por sua vez, busca essas instruções na memória, as decodifica para entender a operação e os operandos, e então as executa. Este ciclo é a base de todo o processamento computacional.

# Componentes Essenciais do Processador



## Clock

O clock é o oscilador que gera pulsos eletrônicos, determinando a velocidade e a sincronia das operações do processador. Medido em Hertz (Hz), cada ciclo de clock permite que uma ou mais micro-operações sejam realizadas. Um clock mais rápido geralmente significa um processador mais veloz, embora outros fatores como a arquitetura também sejam cruciais.



## PC (Program Counter)

O Program Counter (PC), também conhecido como contador de programa, é um registrador especial que armazena o endereço de memória da próxima instrução a ser executada. Ele é atualizado após cada busca de instrução, garantindo a sequência correta do programa. Em caso de saltos ou chamadas de função, seu valor é alterado para o novo endereço de destino.



## Registradores

Registradores são pequenas e rápidas áreas de armazenamento internas ao processador. Eles são usados para guardar dados temporários, operandos de operações e resultados intermediários, acelerando o acesso à informação em comparação com a memória principal (RAM). Existem diversos tipos, como registradores de dados, de endereço e de propósito geral.

# Como o Processador Executa Instruções

A execução de um programa pelo processador é um processo cíclico e bem definido, conhecido como Ciclo de Instrução (ou Ciclo Fetch-Decode-Execute). Cada passo é crucial e depende da coordenação entre os componentes do processador.

01

## Busca (Fetch)

O processador busca a próxima instrução da memória no endereço indicado pelo Program Counter (PC). Essa instrução é então carregada para um registrador específico (Instruction Register - IR).

02

## Decodificação (Decode)

A instrução no IR é decodificada por um circuito chamado decodificador de instruções. Ele interpreta o opcode para saber qual operação deve ser realizada e os operandos para identificar os dados envolvidos.

03

## Execução (Execute)

A ULA realiza a operação especificada. Por exemplo, se a instrução for uma soma, a ULA adiciona os valores dos operandos. Os resultados são temporariamente armazenados em registradores.

04

## Acesso à Memória (Memory Access)

Se a instrução exigir, o processador lê dados da memória ou escreve resultados na memória, utilizando o endereço fornecido pelos operandos. Registradores de endereço são usados para gerenciar essas operações.

05

## Escrita de Resultado (Write Back)

O resultado final da operação é escrito de volta em um registrador ou em um local de memória especificado pela instrução. Isso conclui o ciclo para uma instrução, e o PC é atualizado para a próxima instrução.

Este ciclo, repetido milhões ou bilhões de vezes por segundo, é a essência do funcionamento de qualquer computador, com o clock ditando o ritmo e os registradores fornecendo o armazenamento rápido necessário para otimizar cada etapa.

# Desafio 1: Apresentação dos Grupos

Para consolidar o conhecimento adquirido e desenvolver habilidades essenciais, propomos um desafio prático:

## Formação de Grupos

Organizarem-se em grupos de até 5 membros, fomentando a colaboração e a troca de ideias entre os colegas.

## Tema da Apresentação

Cada grupo deverá escolher um dos tópicos abordados nesta aula (arquitetura, ULA, linguagem de máquina, componentes do processador) e aprofundar-se nele, apresentando-o com exemplos práticos.

## Objetivos do Desafio

- Fixar o conteúdo e reforçar o aprendizado.
- Desenvolver habilidades de pesquisa e síntese.
- Aprimorar a comunicação técnica e a oratória.
- Estimular a criatividade na apresentação de temas complexos.

Este desafio é uma excelente oportunidade para explorar o tema de seu interesse com maior profundidade, compartilhar seu conhecimento com a turma e praticar a apresentação em público, habilidades cruciais para a vida acadêmica e profissional.

# Supercomputadores: O Poder Máximo do Hardware

Supercomputadores representam o ápice da engenharia computacional, projetados para resolver problemas que desafiam as capacidades dos computadores convencionais.

## Definição e Capacidade

Supercomputadores são máquinas com capacidade de processamento maciçamente paralela, capazes de realizar trilhões de operações por segundo (FLOPS). Eles são construídos com milhares de processadores e GPUs interconectados, otimizados para cálculos complexos e simulações em larga escala.

## Cray-1 (1976)

Outra criação revolucionária de Seymour Cray, o Cray-1 se destacou pelo seu design em formato de "C" e seu sistema de resfriamento inovador (freon). Operava a 80 MFLOPS (milhões de operações de ponto flutuante por segundo) e introduziu o processamento vetorial, sendo um marco na computação de alto desempenho.

1

2

## CDC 6600 (1964)

Desenvolvido por Seymour Cray na Control Data Corporation, o CDC 6600 é considerado o primeiro supercomputador verdadeiro. Com 3 MIPS (milhões de instruções por segundo), utilizava transistores em vez de válvulas, um avanço significativo para a época. Foi pioneiro em técnicas de paralelismo.

3

4

## Aplicações Atuais

Hoje, supercomputadores são essenciais em áreas como previsão do tempo e clima, simulações de reações nucleares, design de novos medicamentos, modelagem molecular para descoberta de materiais, pesquisa de inteligência artificial e criptografia, impulsionando a fronteira do conhecimento científico e tecnológico.



# Curiosidades e Impacto dos Supercomputadores

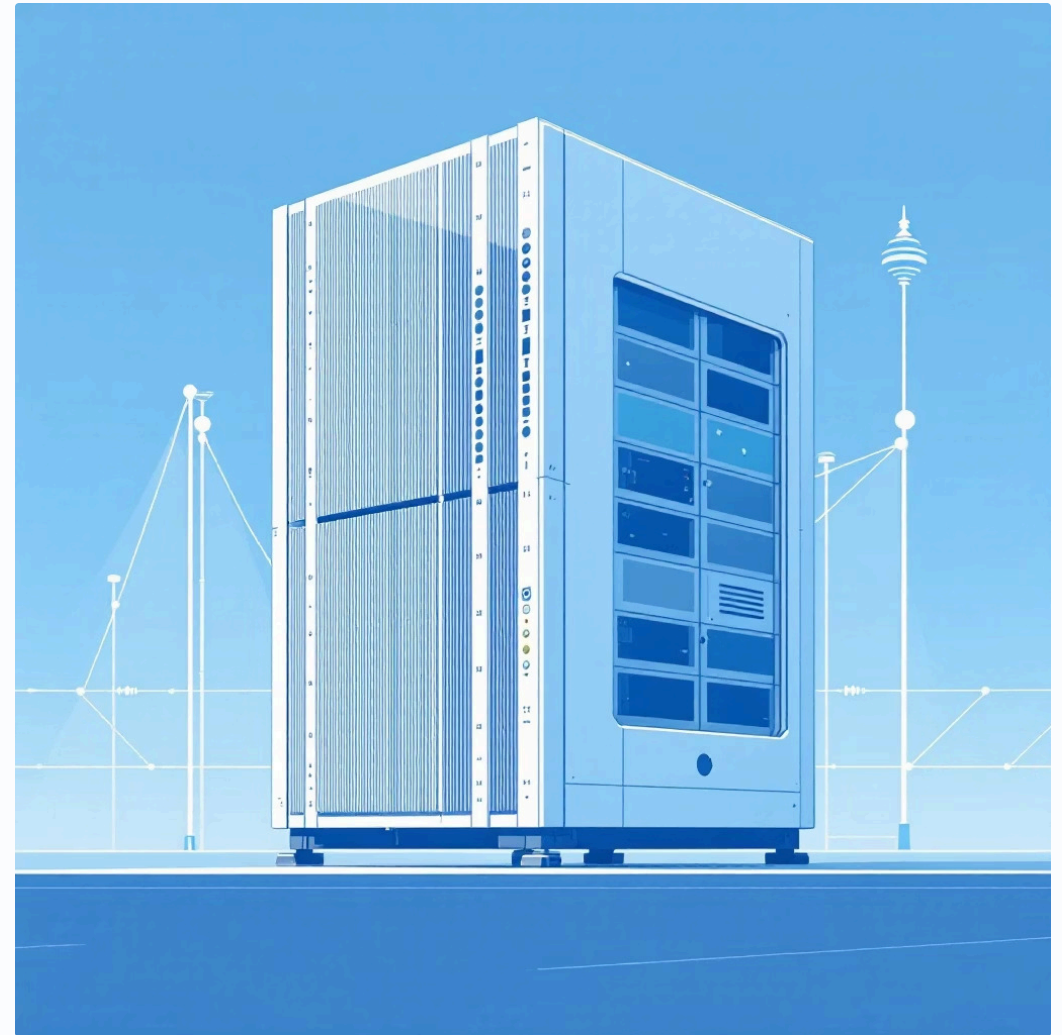


## O Pioneiro: CDC 6600

Lançado em 1964, o CDC 6600 foi revolucionário. Seymour Cray o projetou com foco em processamento paralelo, utilizando múltiplos processadores periféricos para lidar com I/O, liberando a CPU principal para cálculos intensivos. Sua arquitetura de 60 bits e uso extensivo de transistores de silício o tornaram o mais rápido do mundo por anos.

- Primeiro a usar freon para resfriamento eficaz.
- Capaz de 3 milhões de instruções por segundo (MIPS).

No Brasil, temos exemplos como o **Santos Dumont** no LNCC, o maior supercomputador da América Latina, que apoia pesquisas em áreas como óleo e gás, bioinformática e energias renováveis. Estes equipamentos são cruciais para a soberania tecnológica e o avanço científico de qualquer nação.



## A Lenda: Cray-1

O Cray-1, de 1976, é icônico não apenas pela sua performance, mas também pelo seu design "em forma de C" com bancos de energia no meio para minimizar o comprimento dos cabos. Seus processadores vetoriais podiam operar em "pipelines", processando dados em fluxo contínuo e alcançando 80 MFLOPS, algo sem precedentes para a época.

- Introduziu a computação vetorial.
- Usado em pesquisas de defesa e energia.

# Conclusão & Próximos Passos

Chegamos ao fim da nossa jornada pelos fundamentos do hardware, mas a exploração da arquitetura de computadores é um campo vasto e em constante evolução.

## Fundamentos Essenciais

Hoje, abordamos a arquitetura, a crucial ULA, a linguagem de máquina, a representação de instruções e os componentes vitais do processador como o clock, o Program Counter e os registradores. Estes são os alicerces de todo sistema computacional.

## O Desafio em Grupo

Lembrem-se do Desafio 1! É a sua chance de se aprofundar, pesquisar e apresentar um tópico relevante. Usem a criatividade para tornar o conteúdo acessível e engajador. Esta é uma oportunidade para solidificar seu aprendizado e praticar habilidades de comunicação.

## Importância do Hardware

Entender como o hardware funciona não é apenas para engenheiros. É fundamental para qualquer um que deseje otimizar software, solucionar problemas ou inovar em tecnologia. O hardware é a base invisível que sustenta nosso mundo digital.

## Próximos Passos

Preparem suas perguntas e curiosidades para o debate. A próxima aula continuará expandindo nosso conhecimento sobre computação. Mantenham-se curiosos e exploradores!