

Laboratório de Hardware

8 - CPU

Prof. Valdenir Silva

Parâmetros de desempenho de um processador

➤ **CISC x RISC**

Complex Instruction Set Computer
Reduced Instruction Set Computer

<https://www.youtube.com/watch?v=m1uKe6GdjOE>

➤ **Ciclos por segundo de execução de instruções (clock)**

➤ **Arquitetura 64b ou 32b**

➤ **Quantidade de núcleos**

➤ **Quantidade de memória cache**

➤ **Litografia**

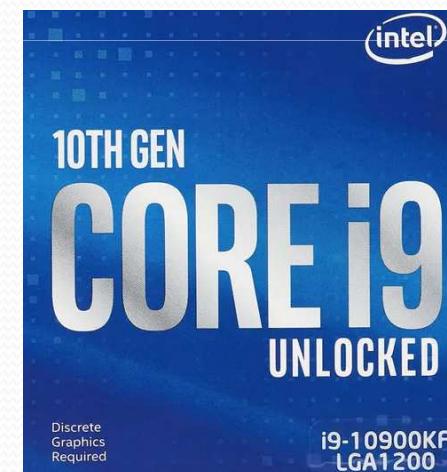
Clock

Base clock

- Fornecido pelo circuito oscilador a cristal da placa-mãe, gerenciado pelo chipset com o objetivo de sincronizar todos os componentes
- Dado em centenas de MHz.
- O clock da CPU é alcançado a partir de um circuito multiplicador.
Ex.: $100 \text{ MHz} \times 35 = 3,5 \text{ GHz}$

Overclock

- Há chips locked e outros unlocked quanto ao multiplicador. Exemplo: →
- Aumentando o multiplicador o processador irá trabalhar em uma frequência mais alta que a nominal.



Overclock dinâmico = Turbo Boost (Intel), Turbo Core (AMD)

- Overclock sob demanda. O processador detecta a necessidade de mais velocidade no processamento e entra em overclock.

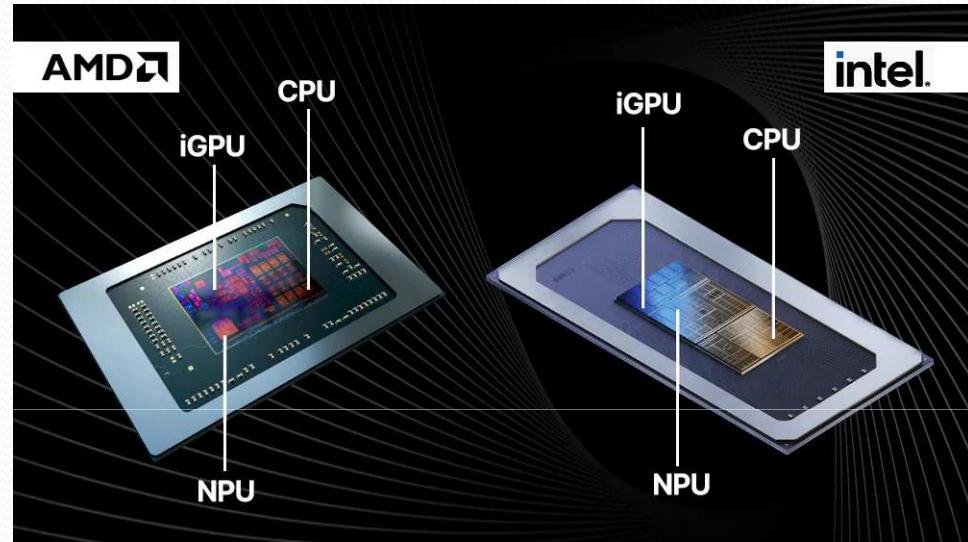
Núcleos (cores)

Processador multicore

- Possui mais de um núcleo em uma mesma pastilha.
- **Paralelismo** de tarefas – distribuição de processos.
- Caso as aplicações não demandem o uso dos vários cores, esses ficarão ociosos.
- Solução tida como uma **evolução** da ideia de overclock.
- **Thread**
 - Linha de execução das instruções.
 - Mais threads → mais instruções simultâneas.
 - Multithreading → mais de uma thread por núcleo.
 - ✓ Hyper Threading (Intel)
 - ✓ Simultaneous Multithreading (AMD)

Integração de componentes e funções

- Diversos componentes e unidades especializadas no **mesmo chip de silício**.
- Melhora o desempenho.
- Reduz o consumo de energia. Ideal para dispositivos móveis.
- Diminui a latência entre os componentes.
- Redução de custos com menos chips separados.
- Especialmente realizada no **SoC - System-on-a-Chip**, um circuito integrado que integra todos os componentes essenciais de um sistema eletrônico em um único chip. Ex.: SoC da Broadcom no Raspberry Pi.



<https://acemagic.com/blogs/accessories-peripherals/igpu-vs-dgpu-vs-egpu-comparison>



https://en.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip

Integração de componentes e funções

COMPONENTES QUE PODEM SER INTEGRADOS

Unidade Integrada	Função Principal
CPU Cores	Execução das instruções gerais. Pode ter entre 2 e 64 núcleos ou mais.
GPU integrada (iGPU)	Processamento gráfico básico e suporte a vídeos, jogos leves, aceleração 3D.
NPU (Neural Processing Unit)	Aceleração de tarefas de IA e machine learning (ex: reconhecimento facial).
Cache L1, L2, L3	Memória ultrarrápida que armazena dados temporários para acesso imediato.
Controlador de memória	Gerencia o acesso à RAM (ex: DDR5, LPDDR5), integrado para reduzir latência.
Controlador PCIe	Conexão direta com GPUs, SSDs e placas de expansão (PCIe 4.0, 5.0, etc.).

Integração de componentes e funções

COMPONENTES QUE PODEM SER INTEGRADOS

Controlador USB	Suporte a portas USB integradas (especialmente em SoCs móveis e embarcados).
Controlador SATA/NVMe	Gerencia armazenamento (HDD, SSD) em alguns designs específicos.
Fabric (interconexão)	Barramento interno de comunicação entre as unidades integradas.
Codificadores de mídia	Aceleram compressão/descompressão de vídeo (ex: H.264, HEVC, AV1).
DSP (Digital Signal Processor)	Processa sinais digitais como áudio, sensores, imagens.
Modem 4G/5G	Em SoCs móveis, permite comunicação celular diretamente no chip.
Segurança/Criptografia	Módulos para proteção de dados, como Secure Enclave, TPM ou Intel SGX.
Sensor Hub / Microcontrolador	Gerencia sensores de movimento, temperatura, bateria (em portáteis).

Integração de componentes e funções

EXEMPLOS DE SOCS MODERNOS (Apple, Qualcomm, AMD, Intel)

Apple M1/M2/M3 (ARM):

Integra CPU, GPU, NPU, memória unificada, codificadores de vídeo e mais.

Intel Core de 12^a a 14^a geração (x86):

CPU híbrida (núcleos P/E), GPU integrada (Intel Iris), controlador de RAM/PCIe, AI Boost.

AMD Ryzen com Radeon:

Integra CPU Zen, GPU Vega/RDNA, controlador de memória e cache 3D (em alguns modelos).

Qualcomm Snapdragon (ARM):

Integra modem 5G, CPU, GPU Adreno, NPU, DSP Hexagon, segurança TrustZone e gerenciamento de energia.

Controlador de vídeo integrado - iGPU

FUNÇÃO

- Atua como uma **placa de vídeo interna**, permitindo que o sistema gere vídeo **sem a necessidade de uma GPU dedicada**.

CARACTERÍSTICAS

- Compartilha os recursos com o restante do sistema.
- Internamente, há um **núcleo gráfico dedicado** dentro do chip da CPU, com unidades de execução próprias.
- O sinal de vídeo gerado pela iGPU é enviado através do chipset para as **saídas de vídeo físicas da placa-mãe** (HDMI, DisplayPort, VGA, DVI).
- Depende de **drivers específicos** para habilitar **aceleração gráfica** por hardware, como: Decodificação de vídeo (H.264, VP9, AV1), renderização 3D básica e suporte a múltiplos monitores.

Controlador de vídeo integrado - iGPU

VANTAGENS

- Economia de energia. Consome muito menos que uma GPU dedicada. Ideal para notebooks.
- Redução de custo. Elimina a necessidade de comprar uma placa gráfica separada.
- Bom para tarefas básicas. Navegação, vídeos, apps de escritório, e jogos leves.
- Suporte a múltiplos monitores. Muitas iGPUs modernas suportam 2 ou mais telas.

LIMITAÇÕES

- Baixo desempenho gráfico. Inadequado para jogos pesados, edição de vídeo 4K, modelagem 3D.
- Uso da RAM do sistema. Pode reduzir o desempenho geral em tarefas pesadas.
- Menor flexibilidade para upgrades. Limitado ao processador usado.

NPU

NPU - Neural Processing Unit

➤ unidade dedicada a executar tarefas relacionadas a **inteligência artificial (IA)** e **aprendizado de máquina (machine learning)**, e sua ativação ocorre de forma **dinâmica e inteligente**, dependendo do **tipo de carga de trabalho**.

Ativação

1. Detecção por software (frameworks de IA)

A ativação da NPU depende de **softwares, bibliotecas e frameworks** (como TensorFlow Lite, ONNX Runtime, Core ML, DirectML etc.). Esses sistemas identificam **operações compatíveis com aceleração neural** (como convoluções, multiplicações matriciais, reconhecimento de padrões etc.).

Quando detectam tarefas adequadas, **redirecionam a execução para a NPU**, em vez de usar a CPU ou GPU.

NPU

Ativação

2. Intervenção do sistema operacional

O **sistema operacional** também participa desse gerenciamento, utilizando **agendadores de tarefas** que reconhecem quando é mais eficiente usar a NPU.

Exemplos: tarefas como reconhecimento facial, tradução em tempo real ou redução de ruído são automaticamente otimizadas para a NPU.

3. Gerenciadores de hardware

O driver da NPU age como um **middleware**: ele recebe a solicitação da aplicação, verifica se a tarefa pode ser acelerada, e encaminha para execução na NPU.

Caso a tarefa não seja suportada, ela **retorna para a CPU ou GPU**.

NPU

Ativação

4. Acesso via APIs - Application Programming Interface

As aplicações usam **APIs específicas** (como Android Neural Networks API, DirectML, Metal Performance Shaders) que:

- Permitem enviar tarefas para a NPU.
- Garantem que os modelos de IA sejam otimizados para esse tipo de execução.
- Controlam o uso de energia e desempenho.

TDP – Thermal Design Power

TDP

- Dado em watts (W).
- Calor máximo dissipado. Valor obtido em projeto.
- O cooler deve ser capaz de dissipar o calor relativo a essa especificação, ou mais.



Fonte: https://www.amazon.com.br/Cooler-Gamer-Intel-LGA1156-Deepcool/dp/BooX9LBO6Q/ref=asc_df_BooX9LBO6Q/?tag=googleshoppoo-20&linkCode=df0&hvadid=379792450268&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=1582522328275058113&hvponer=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcndl=&hvlocint=&hvlocphy=1001754&hvtagid=pla-441507035683&psc=1

Cooler

Cooler = dissipador de calor + ventilador

- Atualmente, o uso é obrigatório, pela intensidade de calor que deve ser transferido da superfície do processador para o ambiente.
- A refrigeração pode ser a ar ou por líquido.
- Há os que já vêm com o processador na hora da compra, garantindo a compatibilidade.
- Compatibilidade do cooler avulso:
 - ✓ Com o soquete da CPU.
 - ✓ Com o TDP da CPU.
 - ✓ Com as dimensões da placa-mãe.
 - ✓ Com as dimensões do gabinete.
 - ✓ Existência de local de instalação do radiador (cooler com líquido).

Cooler



Cooler



Cooler

Cooler = dissipador de calor + ventilador

- Necessária a aplicação de pasta térmica entre a superfície do processador e o dissipador, potencializando a condução térmica.
- Tipos de controle
 - ✓ Automático é o mais comum.
 - ✓ Manual (potenciômetro ou chave).
 - ✓ Sem controle – velocidade e ruídos máximos.
 - ✓ Controlador externo.

Heatpipe

- Tubo de cobre usado para a transferência de calor do processador ao dissipador.

Cooler

Heatpipe

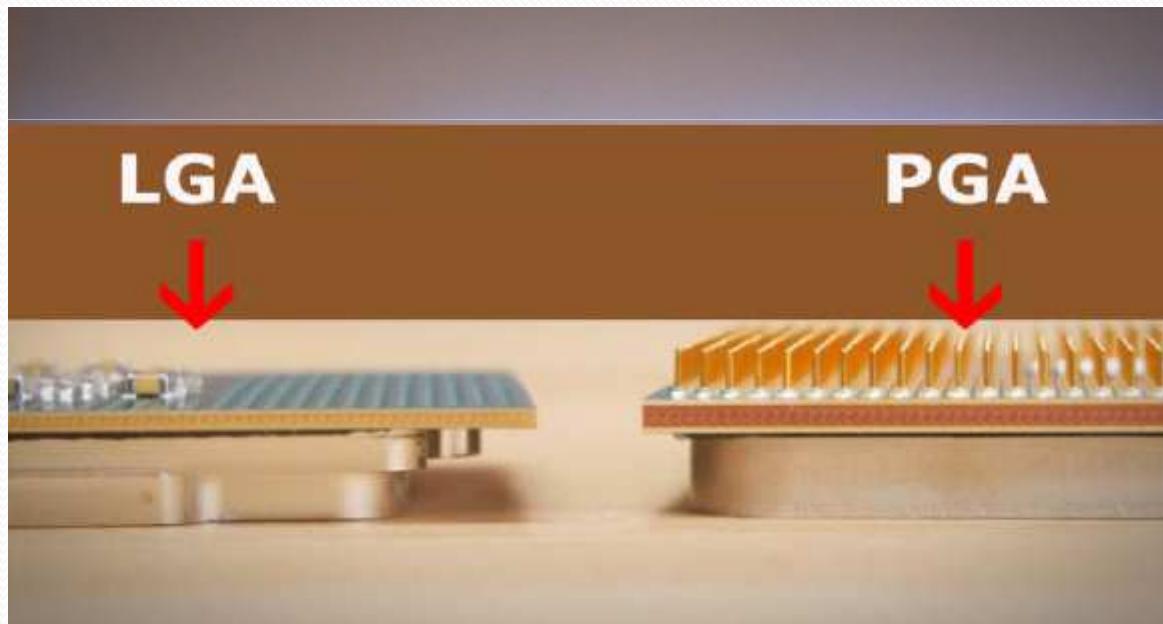


Soquetes

LGA – Land Grid Array

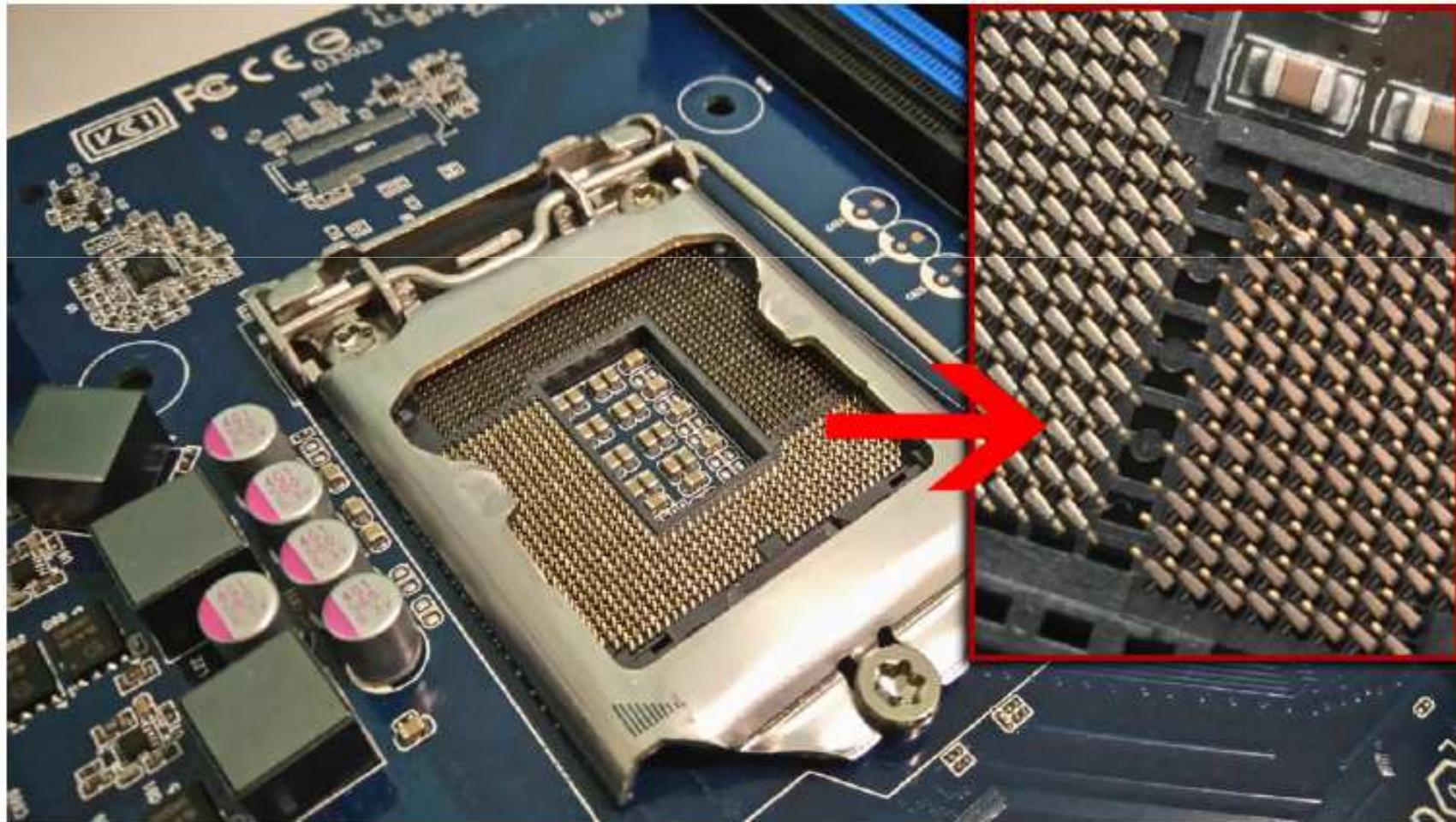
PGA – Pin Grid Array

BGA – Ball Grid Array



Soquetes

LGA – Land Grid Array



Soquetes

PGA – Pin Grid Array



Fonte: Ferreira, Silvio. *Hardware*.

Soquetes

BGA – Ball Grid Array

