



# Evolução e avanços das tecnologias de memória

---

DDR5, NVMe ,HBM e Optane

# DDR5

Data de Lançamento: 2020

- A memória DDR5 (Double Data Rate 5) é a quinta geração de memória RAM DDR, lançada em 2020, projetada para atender às demandas crescentes de desempenho em computadores e servidores. Comparada à DDR4, traz melhorias significativas, incluindo:
- **Maior largura de banda:** Taxas de transferência que começam em 4800 MT/s (megatransfers por segundo) e podem ultrapassar 8400 MT/s em versões futuras.
- **Maior capacidade por módulo:** Suporta até 128 GB por módulo, dobrando o limite da DDR4.
- **Eficiência energética:** Opera em uma tensão reduzida de 1,1V, economizando energia e reduzindo o calor.
- **Inovação na arquitetura:** Introduz dois subcanais de 32 bits por módulo, melhorando a eficiência na transferência de dados.
- A DDR5 é amplamente utilizada em servidores, desktops de alta performance e aplicações exigentes como inteligência artificial e análises de big data.

# NVMe

Data de Lançamento: 2011

- O **NVMe (Non-Volatile Memory Express)** é um protocolo de comunicação projetado para acessar memórias de armazenamento não voláteis, como SSDs, de forma mais rápida e eficiente do que interfaces antigas como SATA. Desenvolvido para trabalhar sobre o barramento PCI Express (PCIe), ele proporciona **baixa latência** e **altas taxas de transferência de dados**, aproveitando plenamente o desempenho de memórias flash modernas e outras tecnologias de armazenamento emergentes.
- **Evoluções e Melhorias do NVMe**
- Desde o seu lançamento em 2011, o NVMe evoluiu significativamente. A introdução da especificação **NVMe 2.0** em 2021 trouxe avanços importantes, como:
- **Zoned Namespaces (ZNS)**: Permite ao host colaborar com o dispositivo para melhor organização de dados, aumentando o desempenho e reduzindo custos.
- **Key Value (KV) Command Set**: Usa chaves para acessar dados em vez de endereços de blocos, simplificando o acesso para aplicações específicas.
- **Rotational Media Support**: Expansão para suportar discos rígidos (HDDs) com melhorias no gerenciamento.
- **Endurance Group Management**: Oferece maior granularidade na gestão de uso de memória para prolongar a vida útil do SSD.
- **Cópia Simples**: Executa operações de cópia diretamente no dispositivo, reduzindo a carga do processador do sistema.
- Essas mudanças tornam o NVMe mais versátil, permitindo seu uso em aplicações que vão desde dispositivos móveis até grandes data centers, mantendo compatibilidade com versões anteriores.

# HBM

Data de Lançamento: 2013

- A High Bandwidth Memory (HBM) é uma tecnologia de memória avançada desenvolvida para atender às demandas de aplicações que exigem alta largura de banda, como GPUs, computação de alto desempenho (HPC) e inteligência artificial. Utilizando tecnologias como Wide I/O e *Through-Silicon Vias* (TSVs), a HBM integra camadas de memória empilhadas verticalmente, conectadas a uma interface de larga escala com o processador. Essa arquitetura reduz latência e consumo energético, além de aumentar significativamente a densidade e a velocidade de transferência.
- **Evoluções da HBM:**
- **HBM1 (2013):** Introdução com largura de banda de até 128 GB/s por módulo.
- **HBM2 (2016):** Aumento da largura de banda para 256 GB/s por módulo e maior densidade por stack.
- **HBM3 (2022):** Duplica a taxa de transferência por pino em relação à HBM2, alcançando até 819 GB/s por dispositivo. Suporta configurações de 4 a 16 camadas, com maior eficiência energética graças a sinais de baixa tensão e correção de erros avançada (*symbol-based ECC*).
- A especificação HBM3 introduziu ainda 16 canais independentes (32 pseudo-canais) e configurações que permitem densidades de até 64 GB por módulo, beneficiando aplicações de servidores e data centers, além de oferecer robustez em cenários críticos de confiabilidade

# Optane

Data de Lançamento: 2017

- **Intel Optane** é uma tecnologia de memória desenvolvida para reduzir os gargalos de armazenamento e memória em sistemas de computação modernos. Utilizando 3D XPoint, um novo tipo de meio de armazenamento, o Optane apresenta baixa latência e alta durabilidade, sendo significativamente mais rápido que SSDs baseados em NAND tradicionais.
- Optane é implementado de duas formas principais:
  1. **Memória Persistente (Persistent Memory - PMem):** Usada em servidores e data centers, combina alta capacidade (até 512 GB por módulo DIMM) e persistência, mantendo dados mesmo em caso de perda de energia. Isso permite reinícios mais rápidos de bancos de dados em memória e escalabilidade de sistemas a custos mais baixos comparados à DRAM.
  2. **SSD Optane:** Voltado para armazenamento, oferece desempenho consistente e alta resistência, ideal para cargas intensivas como bancos de dados e processamento transacional. Optane também pode funcionar como cache, acelerando discos rígidos e aumentando a responsividade do sistema.
- A tecnologia estreou em 2017 como uma solução intermediária entre DRAM e NAND SSD, abordando limitações de capacidade e latência. Apesar de suas vantagens, seu custo e requisitos específicos limitaram sua adoção, sendo mais usada em configurações de alto desempenho e ambientes empresariais.

# Referências bibliograficas

<https://hexus.net/tech/news/ram/144145-jedec-releases-final-specification-ddr5-sdram/>

<https://nvmexpress.org>

<https://sst.semiconductor-digest.com/2018/12/jedec-updates-groundbreaking-high-bandwidth-memory-standard/>

<https://www.design-reuse.com/industryexpertblogs/50739/hbm3-next-generation-memory-standard.html>

<https://www.lenovo.com/br/pt/glossary/optane-memory/>