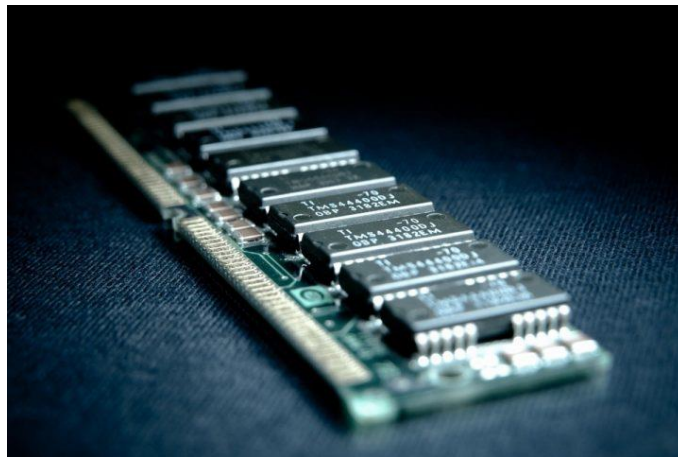


# A evolução das memórias RAM

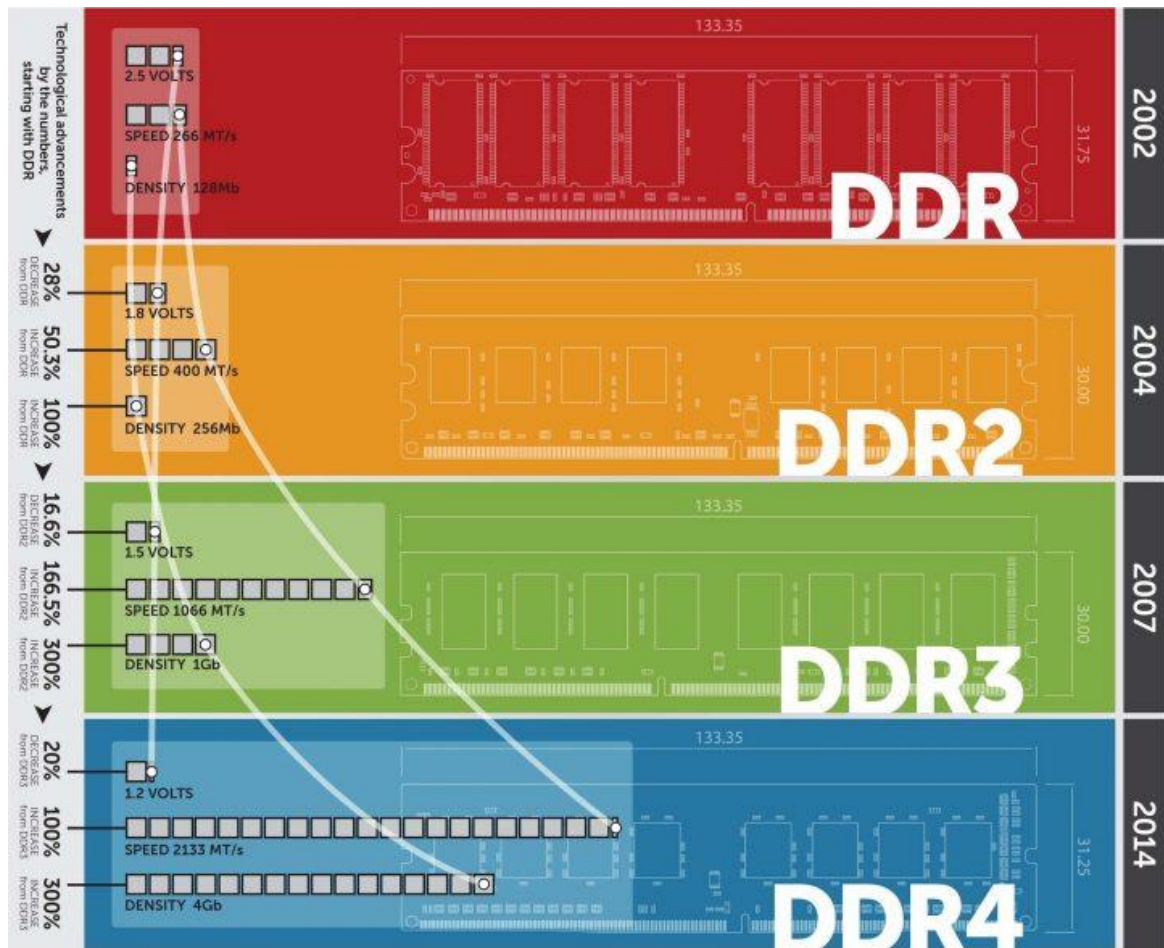
A memória RAM é um componente essencial, não apenas nos computadores mas também em equipamentos como smartphones ou tablets. Este artigo dá a conhecer, de forma abrangente, a evolução das memórias RAM, num tema que pode ser bastante complexo quando aprofundado.

A ideia passa por, de alguma forma, tratar as diferentes classes desenvolvidas até à data atual, desde as SDR às DDR4, com uma pequena perspetiva sobre o futuro, as DDR5.



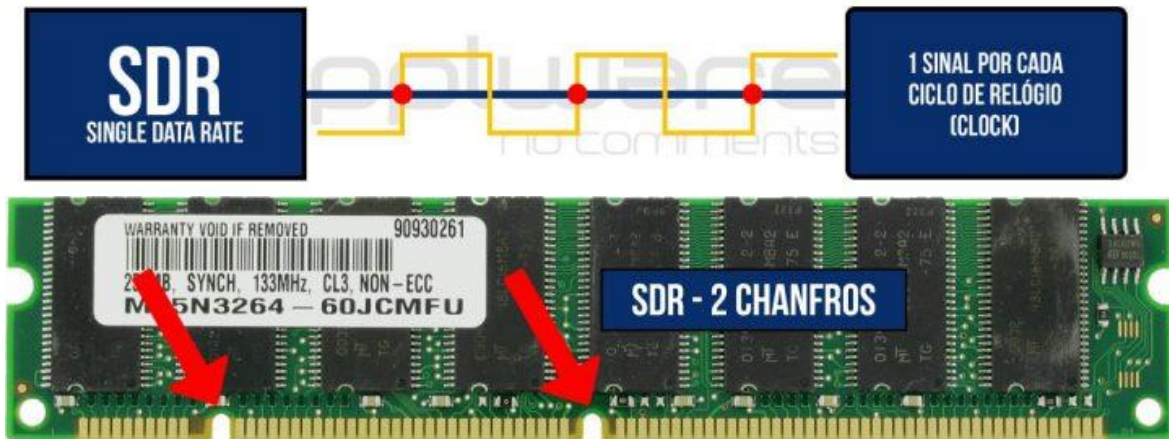
RAM (Random Access Memory) ou memória volátil, é um componente eletrónico que armazena dados de forma temporária, durante a execução do sistema operativo, para que possam ser rapidamente acedidos pelo processador. Esta é considerada a memória principal do sistema e, além disso, as velocidades de leitura e escrita são superiores em relação a outro tipo de armazenamento.

Ao contrário da memória não-volátil, como é o caso de um disco rígido, que preserva a informação gravada sem necessidade de alimentação constante, a memória volátil apenas permite armazenar dados enquanto estiver alimentada eletricamente. Assim, cada vez que o computador for desligado, todos os dados presentes na memória serão apagados definitivamente.

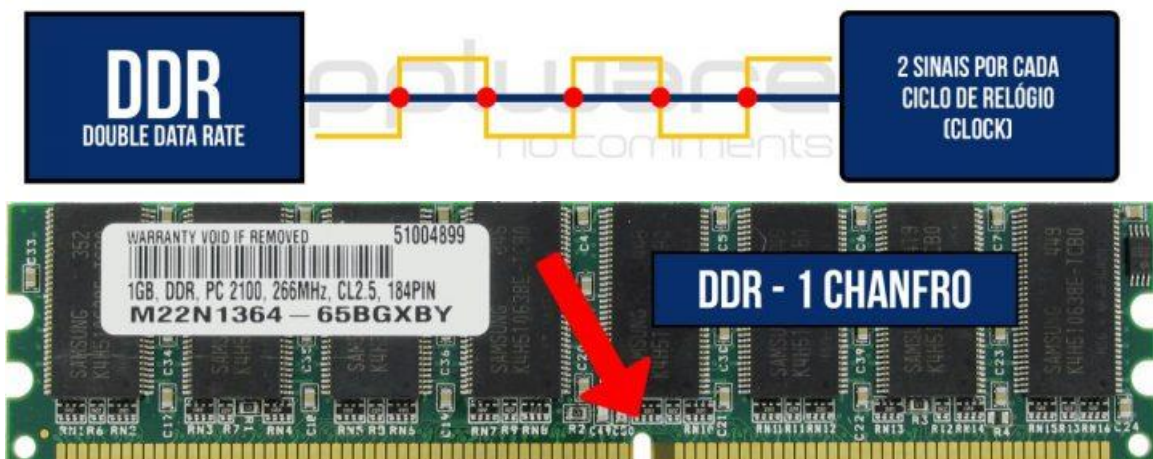


A memória RAM começou por ser assíncrona, ou seja, operava ao seu próprio ritmo, independentemente dos ciclos de relógio (clock) da motherboard, logo, não existia sintonia com o processador. Explicando, e de forma bastante simples, o clock nada mais é a frequência com que o processador executa as tarefas. Quanto maior a frequência, menor será o tempo de execução e, portanto, mais rápidas serão executadas as tarefas. Assim, percebe-se que este era um problema: os processadores eram cada vez mais poderosos e a RAM não estava desenvolvida para assegurar o pedido de dados vindos do processador.

No início dos anos 90, o clock de memória foi sincronizado através da introdução de memórias SDR SDRAM (Single Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory), mas rapidamente atingiram o seu limite, uma vez que o controlador de memória apenas realizava uma leitura por ciclo. A tensão de alimentação era de 3,3 V e a frequência de operação ia até 133 MHz, tendo sido muito popular na época dos Pentium MMX, Pentium III, entre outros.



Por volta do ano 2000, foram introduzidas as conhecidas memórias DDR SDRAM (Dual Data Rate), mais rápidas por realizarem duas leituras por cada ciclo. Desde então, as memórias DDR evoluíram por três vezes, DDR2, DDR3 e DDR4. Cada iteração melhorou vários aspectos como o tempo de ciclo, largura de banda e ainda reduziu o consumo de energia. No entanto, cada versão não é compatível com as anteriores, tendo em conta que os dados são manipulados em maiores proporções.



### Tipos de Memória DDR SDRAM

#### DDR

A primeira geração de memórias DDR, lançada no ano de 2002, possui maior largura de banda do que a anterior SDR. Efetivamente, isso acontece porque a taxa de transferência é dobrada, sem necessidade de aumentar o clock de memória. Com o seu aparecimento, houve um aumento significativo no desempenho sobre a arquitetura tradicional. Era utilizada principalmente em Pentium 4 e arquiteturas AMD Athlon.

Nota: Por questões de marketing, todas as gerações de memórias DDR são promovidas como sendo duas vezes superior ao valor original. Exemplificando, DDR-200, DDR-266, DDR-333 e DDR-400 são assim catalogadas, no entanto, os buffers de E/S (Entrada e Saída) do módulo de memória operam a 100MHz, 133MHz, 166MHz e 200MHz respectivamente.

POWERED BY DDR MEMORY™	TEMPO DE CICLO NANOSEGUNDO (ns)	FREQ. RELÓGIO BUFFERS E/S (MHZ)	TAXA DE TRANSF. DE DADOS (MT/s)	LARGURA DE BANDA C. SIMPLES (MB/s)	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (V)
DDR-200	10	100	200	1600	2.5
DDR-266	7.5	133	266	2133	2.5
DDR-333	6	166	333	2667	2.5
DDR-400	5	200	400	3200	2.5

## DDR2

O padrão DDR foi melhorado continuamente por forma a atender às necessidades de memória de alto desempenho. Implementadas em 2004, as memórias DDR2 sofreram melhorias de largura de banda, clock de memória e consumo de energia. Enquanto que o buffer de prefetch da primeira geração era de 2 bits, aqui passou a ser de 4 bits. Isto resultou em melhorias notáveis em termos de desempenho do sistema. A sua presença era comum na maioria dos chipsets com Pentium 4 Prescott, mais tarde Intel Core e AMD Athlon 64.

POWERED BY DDR MEMORY™	TEMPO DE CICLO NANOSEGUNDO (ns)	FREQ. RELÓGIO BUFFERS E/S (MHZ)	TAXA DE TRANSF. DE DADOS (MT/s)	LARGURA DE BANDA C. SIMPLES (MB/s)	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (V)
DDR2-400	5.00	200	400	3200	1.8
DDR2-533	3.75	266	533	4266	1.8
DDR2-667	3.00	333	667	5333	1.8
DDR2-800	2.50	400	800	6300	1.8
DDR2-1066	1.88	533	1066	8533	1.8

## DDR3

Em 2007 surgem as sucessoras das memórias DDR2. Essencialmente, a melhoria foi feita na base da anterior, consumo energético reduzido em cerca de 40%, buffer prefetch de 8 bits, etc. Infelizmente, as latências (quantidade de pulsos de clock que o módulo leva para iniciar as transferências de dados) aumentaram significativamente, existindo apenas um ganho de desempenho entre 2-5% em comparação com as anteriores (arquiteturas que suportam DDR2 e DDR3). Além disso, foram adicionadas duas funções, ASR (Automatic Self-Refresh) e SRT (Self-Refresh Temperature), que controlam a frequência da memória de acordo com a variação da temperatura.

POWERED BY DDR MEMORY™	TEMPO DE CICLO NANOSEGUNDO (ns)	FREQ. RELÓGIO BUFFERS E/S (MHZ)	TAXA DE TRANSF. DE DADOS (MT/s)	LARGURA DE BANDA C. SIMPLES (MB/s)	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (V)
DDR3-800	2.5	400	800	6400	1.5
DDR3-1066	1.875	533	1066	8533	1.5
DDR3-1333	1.5	667	1333	10667	1.5
DDR3-1600	1.25	800	1600	12800	1.5
DDR3-1866	1.071	933	1866	14933	1.5
DDR3L-1066	1.875	533	1066	8533	1.35
DDR3L-1333	1.5	667	1333	10667	1.35
DDR3L-1600	1.25	800	1600	12800	1.35

## DDR4

Lançadas em 2014, são bastante eficientes em termos energéticos, visto que operam a uma tensão de 1,2 V além de proporcionarem elevadas taxas de transferência. Foram adicionadas algumas funções, como DBI (Data Bus Inversion), CRC (Cyclic Redundancy Check) e paridade CA, o que permitiu melhorar a integridade do sinal da memória DDR4, bem como a estabilidade de transmissão/acesso a dados.

POWERED BY DDR MEMORY™	TEMPO DE CICLO NANOSEGUNDO (ns)	FREQ. RELÓGIO BUFFERS E/S (MHZ)	TAXA DE TRANSF. DE DADOS (MT/s)	LARGURA DE BANDA C. SIMPLES (MB/s)	TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (V)
DDR4-1600	1.25	800	1600	12800	1.2
DDR4-1866	1.072	933	1866	14928	1.2
DDR4-2133	0.938	1067	2133	17064	1.2
DDR4-2400	0.833	1200	2400	19200	1.2
DDR4-2666	0.750	1333	2666	21328	1.2
DDR4-3200	0.625	1600	3200	25600	1.35
DDR4-3733	0.536	1867	3733	29864	1.35
DDR4-4266	0.469	2133	4266	34128	1.4

Fonte: <https://pplware.sapo.pt/gadgets/hardware/conheca-evolucao-memorias-ram/>