



# EVOLUÇÃO DAS MEMÓRIAS RAMs

- INTRODUÇÃO
- DEFINIÇÕES
- EVOLUÇÃO

## INTRODUÇÃO

A memória RAM é um componente essencial, não apenas nos computadores, mas também em equipamentos como **smartphones** ou **tablets**. Este trabalho iremos 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 **Memórias RAMs Regulares, FPM, SDR e as DDR até DDR4**, com uma pequena perspectiva sobre o futuro, as **DDR5**.

## DEFINIÇÃO

RAM (**R**andom **A**ccess **M**emory). Podem ser chamadas de “**Memória Auxiliar**” ou “**Memória volátil**”, é um componente eletrônico 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

## MRMÓRIAS REGULARES

As memórias regulares são o tipo mais primitivo de memória RAM. Nelas, o acesso é feito da forma tradicional, enviando o **endereço RAS**, **depois o CAS** e aguardando a leitura dos dados para cada ciclo de leitura.

Isso funcionava bem nos **micros XT e 286**, onde o clock do processador era muito baixo e a memória RAM podia funcionar de forma sincronizada com ele. Em um 286 de 8 MHz, eram usados chips com tempo de acesso de 125 ns (**nanossegundos**) e em um de 12 MHz eram usados chips de 83 ns.

O problema era que a partir daí as memórias da época atingiram seu limite e passou a ser necessário fazer com que a memória trabalhasse de forma **assíncrona**, onde o processador trabalha a uma frequência mais alta que a memória RAM.

A partir do 386, a diferença passou a ser muito grande, o que levou à introdução da **memória cache** e ao início da corrida em busca de módulos de memória mais rápidos.

## MEMÓRIA FPM

A primeira melhora significativa na arquitetura das memórias veio com o FPM (**Fast-Page Mode**, ou "**modo de paginação rápida**").

A ideia é que, ao ler um bloco de instruções ou arquivo gravado na memória, os dados estão quase sempre gravados sequencialmente. Não é preciso então enviar o endereço RAS e CAS para cada bit a ser lido, mas simplesmente enviar o endereço RAS (linha) uma vez e em seguida enviar uma sequência de até 4 endereços CAS (coluna), realizando uma série rápida de 4 leituras.

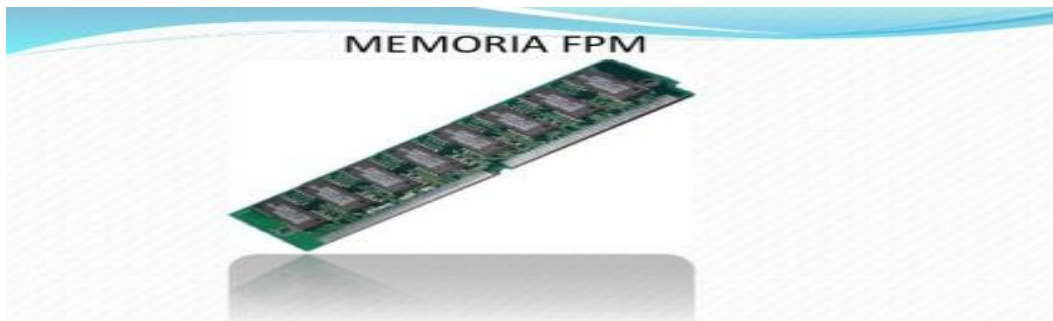
O primeiro ciclo de leitura continua tomando o mesmo tempo, mas as 3 leituras seguintes passam a ser bem mais rápidas. Graças a essa pequena otimização, as memórias FPM conseguem ser **até 30% mais rápidas** que as memórias regulares, sem grandes alterações nos chips de memória ou na técnica de fabricação. O **burst** (sequência de acessos rápidos) de 4 leituras pode ser prolongado para 8, ou até mesmo 16 leituras consecutivas, desde que sejam lidos dados gravados em endereços adjacentes, da mesma linha.



As memórias FPM foram utilizadas em micros 386, 486 e nos primeiros **micros Pentium**, na forma de **módulos SIMM** de 30 ou 72 vias, com tempos de acesso de 80, 70 ou 60 ns, sendo as de 70 ns as mais comuns.

Instaladas em uma placa-mãe soquete 7, que trabalhe com **bus de 66 MHz**, os intervalos de espera de memórias FPM podem ser **de até 6-3-3-3**, o que significa que o processador terá de esperar **5 cinco ciclos** da placa-mãe para a memória efetuar a primeira leitura de dados e somente mais **3 ciclos** para cada leitura subsequente. Os tempos de espera das memórias podiam ser **configurados no setup**, através da opção "**Memory Timing**" ou similar, onde ficavam disponíveis opções como "**slow**", "**normal**" e "**fast**", que substituem os valores numéricos.

No caso das placas para 486, que operavam a clocks mais baixos (30, 33 ou 40 MHz), os tempos de espera podiam ser configurados com valores mais baixos, como **4-3-3-3** ou **3-2-2-2**, já que, com menos ciclos por segundo, é natural que os tempos de resposta dos módulos correspondam a um número menor de ciclos da placa-mãe.



## MEMÓRIA EDO

As memórias EDO (**Extended Data Output**) foram introduzidas a partir de 1994 e trouxeram mais uma melhoria significativa no modo de acesso a dados. Nas memórias FPM, uma leitura não pode ser iniciada antes que a anterior termine, mesmo dentro do burst de 4 leituras dentro da mesma linha. O controlador precisa esperar que os dados referentes à leitura anterior cheguem, antes de poder ativar o endereço CAS seguinte.

Nas memórias EDO, o controlador faz a leitura enviando o endereço RAS (como de costume) e em seguida enviando os **4 endereços CAS** em uma frequência predefinida, sem precisar esperar que o acesso anterior termine. Os sinais chegam às células de memória na sequência em que foram enviados e, depois de um pequeno espaço de tempo, o controlador recebe de volta as 4 leituras.

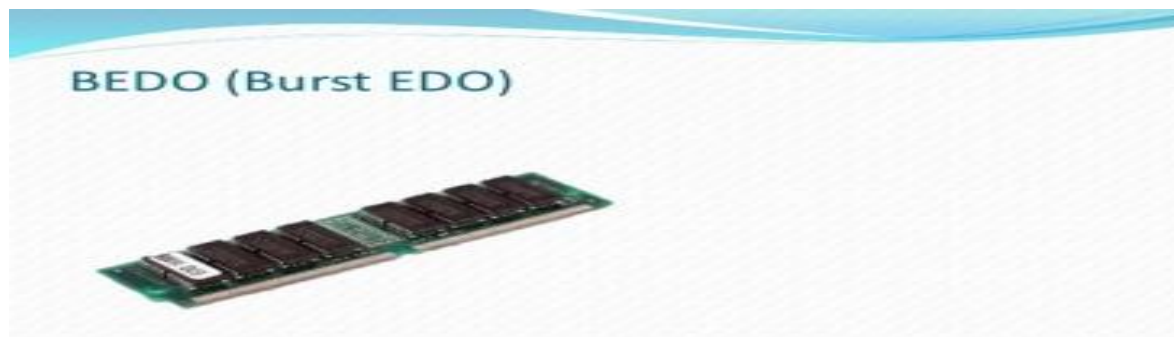
O resultado acaba sendo exatamente o mesmo, mas passa a ser feito de forma mais rápida. Usadas em uma placa soquete 7, operando a 66 MHz, as memórias EDO são capazes de trabalhar com tempos de acesso de apenas **6-2-2-2**, ou mesmo **5-2-2-2 (nos módulos de 60 ns)**. Nos bursts de 8 ou mais leituras, o ganho acaba sendo ainda maior, com o módulo FPM realizando a leitura dos 8 endereços em **27 ciclos** (6-3-3-3-3-3-3) e o EDO em 20 (6-2-2-2-2-2-2-2). Veja que o ganho é maior em leituras de vários endereços consecutivos, por isso alguns aplicativos se beneficiavam mais do que outros.

Os módulos de memória EDO foram produzidos em versões com tempos de acesso de 70, 60 e 50 ns, com predominância dos módulos de 60 ns. Eles foram usados predominantemente na forma de módulos de 72 vias, usados nos **micros 486 e Pentium fabricados a partir de 1995**.

Existiram ainda alguns **módulos DIMM de 168 vias com memória EDO**. Eles foram bastante raros, pois foram logo substituídos pelos módulos de memória **SDRAM**.

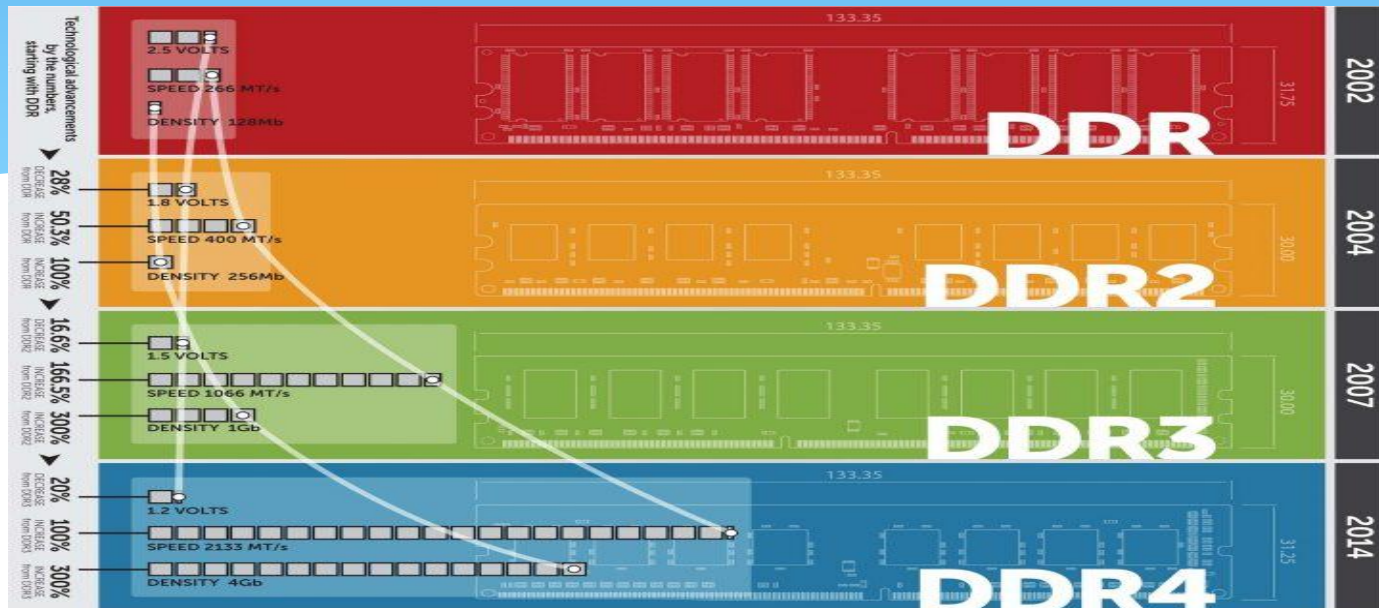
No final da era Pentium, as memórias EDO enfrentaram a concorrência das memórias **BEDO (Burst EDO)**, que utilizavam um sistema de **pipeline** para permitir acessos mais rápidos que as EDO. Em um Bus de 66 MHz, as memórias BEDO eram capazes de funcionar com temporização de **5-1-1-1**, quase **30% mais rápido que as memórias EDO convencionais**.

No papel as memórias BEDO eram interessantes, mas elas nunca foram usadas em grande escala.





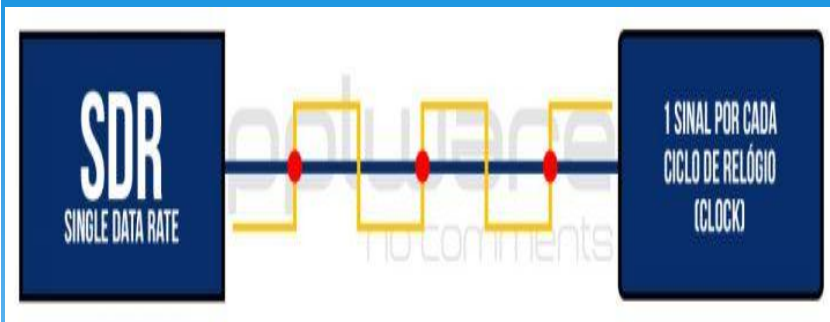
# MEMÓRIAS SDRAM E AS DDRs



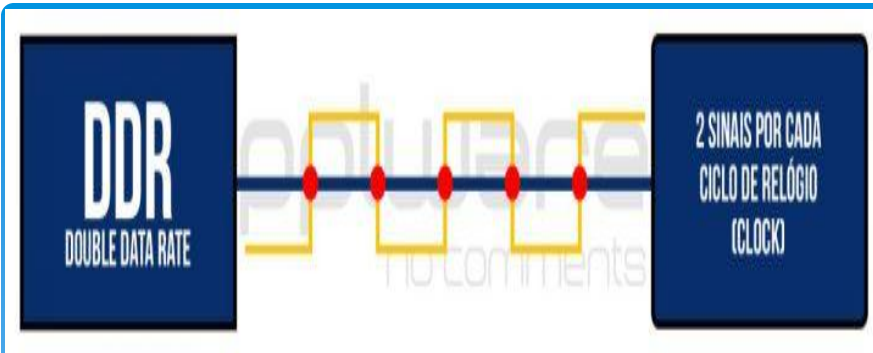
## MEMÓRIA SDR-SDRAM

As memórias SDRAM (Synchronous Dynamic RAM) por sua vez, são capazes de trabalhar sincronizadas com os ciclos da placa-mãe, sem tempos de espera. Isso significa que a temporização das memórias SDRAM é sempre de **uma leitura por ciclo**. Independentemente da frequência de barramento utilizada, os tempos de acesso serão sempre de **6-1-1-1**, ou mesmo **5-1-1-1**.

A partir das memórias SDRAM, tornou-se desnecessário falar em tempos de acesso, já que a memória trabalha de forma sincronizada em relação aos ciclos da placa-mãe. As memórias passaram então a ser **rotuladas de acordo com a frequência** em que são capazes de operar. No caso das memórias SDR-SDRAM temos as memórias PC-66, PC-100 e PC-133, no caso das DDR-SDRAM temos as DDR-200, DDR-266, DDR-333, DDR-400 (e assim por diante), enquanto nas DDR2 temos as DDR2-533, DDR2-666, DDR2-800, DDR2-1066, que foram sucedidas pelos padrões de memórias DDR3.



Por volta dos anos 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

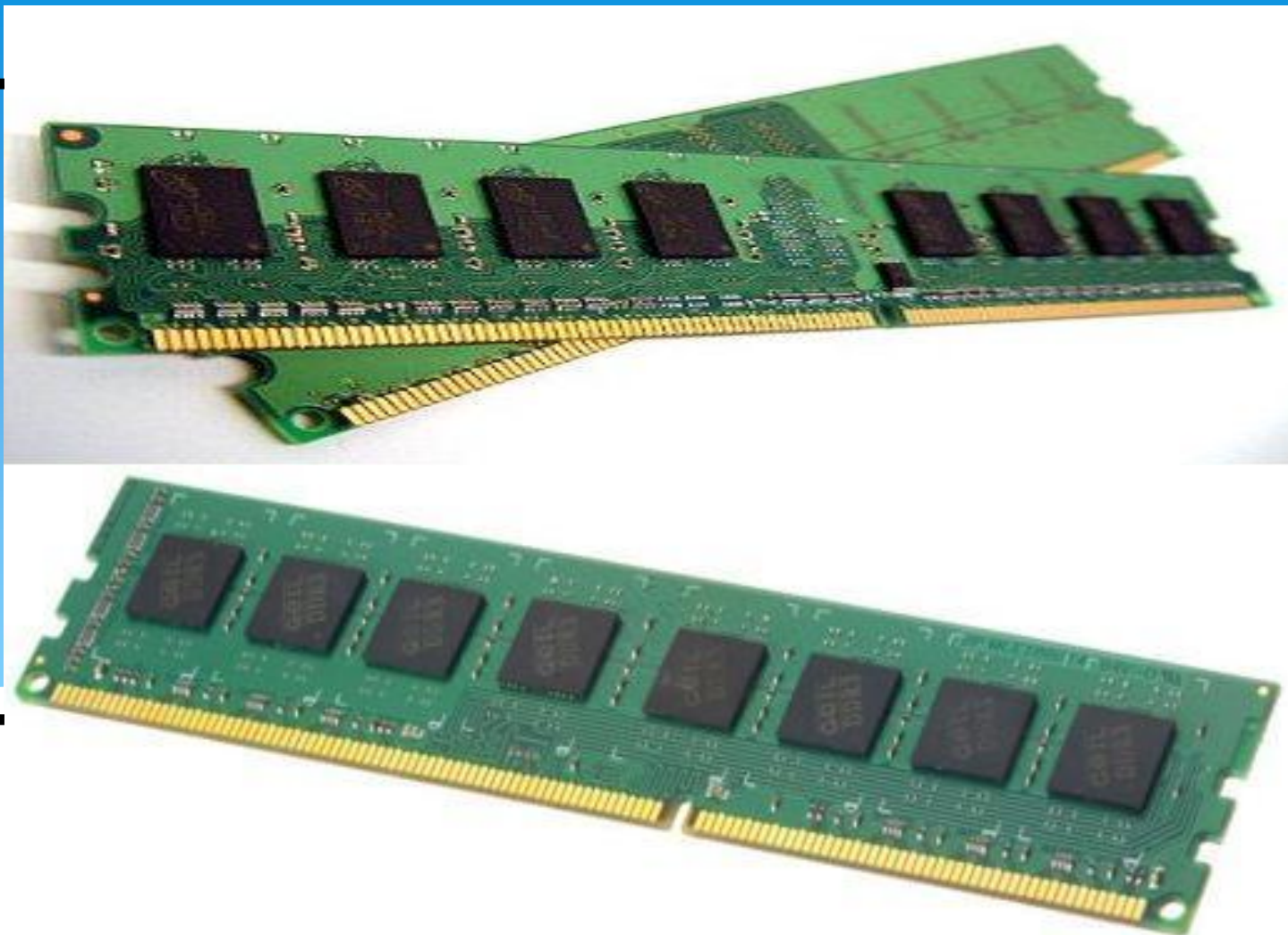
### DDR

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 modulo de memória operam a **100MHz, 133MHz, 166MHz e 200MHz** respetivamente.



# MEMÓRIA DDR



<b>POWERED BY DDR MEMORY™</b>	<b>TEMPO DE CICLO NANOSEGUNDO (ns)</b>	<b>FREQ. RELÓGIO BUFFERS E/S (MHZ)</b>	<b>TAXA DE TRANSF. DE DADOS (MT/s)</b>	<b>LARGURA DE BANDA C. SIMPLES (MB/s)</b>	<b>TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO (V)</b>
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

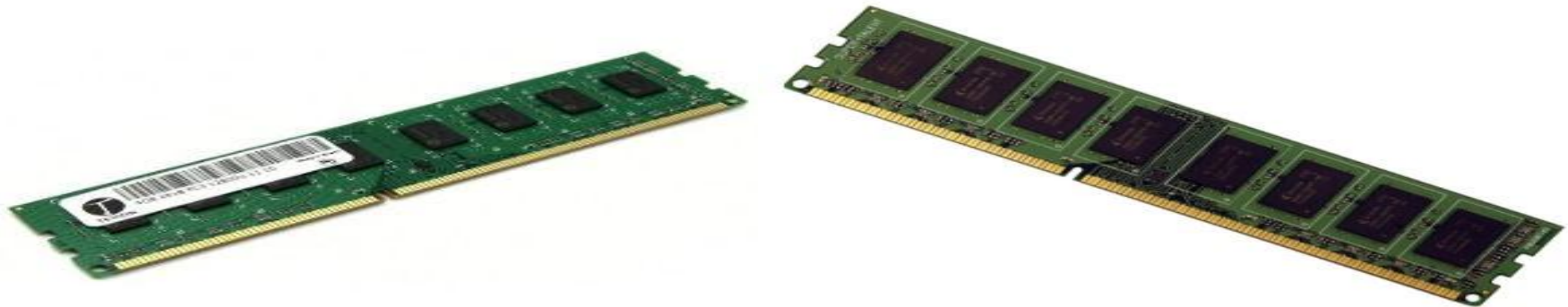
O padrão DDR foi melhorado continuamente por forma a atender às necessidades de memória de alto desempenho. Implementadas em 2004, as memórias DDR2 sofreram melhorias de largura de banda, clock de memória e consumo de energia. Enquanto que o buffer de prefetch da primeira geração era de 2 bits, aqui 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.



	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

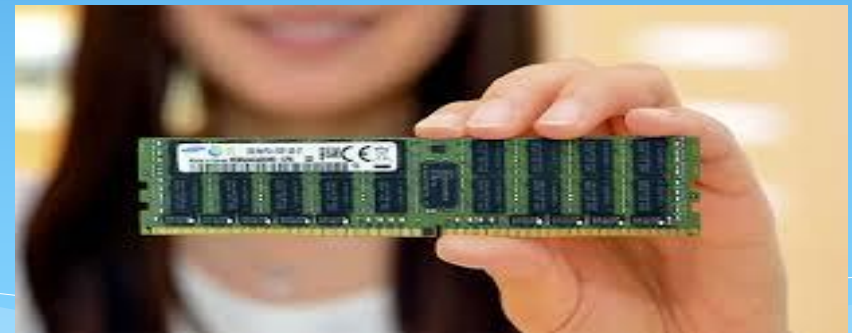
Em 2007 surgem as sucessoras das memórias DDR2. Essencialmente, a melhoria foi feita na base da anterior, consumo energético reduzido em cerca de 40%, buffer prefetch de 8 bits, etc. Infelizmente, as latências (quantidade de pulsos de clock que o módulo leva para iniciar as transferências de dados) aumentaram 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.



	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



	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



## O futuro das memórias RAM

As memórias DDR5 encontram-se em desenvolvimento e estão previstas para o ano de 2020. Estima-se que sejam duas vezes mais rápidas que as DDR4 e tenham o dobro da capacidade. Além disso, serão mais económicas no que diz respeito ao consumo de energia.



Os fabricantes de motherboards terão que construir suportes para as DDR5, o que poderá tardar em cerca de um ano a existência de equipamentos disponíveis no mercado para venda.

Estima-se que, já no próximo ano de 2018, as memórias DIMM Optane venham substituir as DDR. Estas conseguem reter os dados mesmo se um computador for desligado, algo que as DDR não conseguem. Será mais um passo rumo ao futuro.

ATENÇÃO!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!  
SO FALTA A CONSIDERAÇÃO DO GRUPO!!!!!!  
ALGUEM FAZZZZ  
E FALTA PASSAR PARA O FORMATO  
PADRÃO IEEE

CURSO: REDES DE COMPUTADORES  
SALA: 206      TURNO: NOITE  
ALUNO: FÁBIO DIAS  
ALUNO: IGOR  
ALUNO: ADRIANO  
ALUNO: ODAY SILVA  
ALUNO: DAVID  
ALUNA: JANELMA