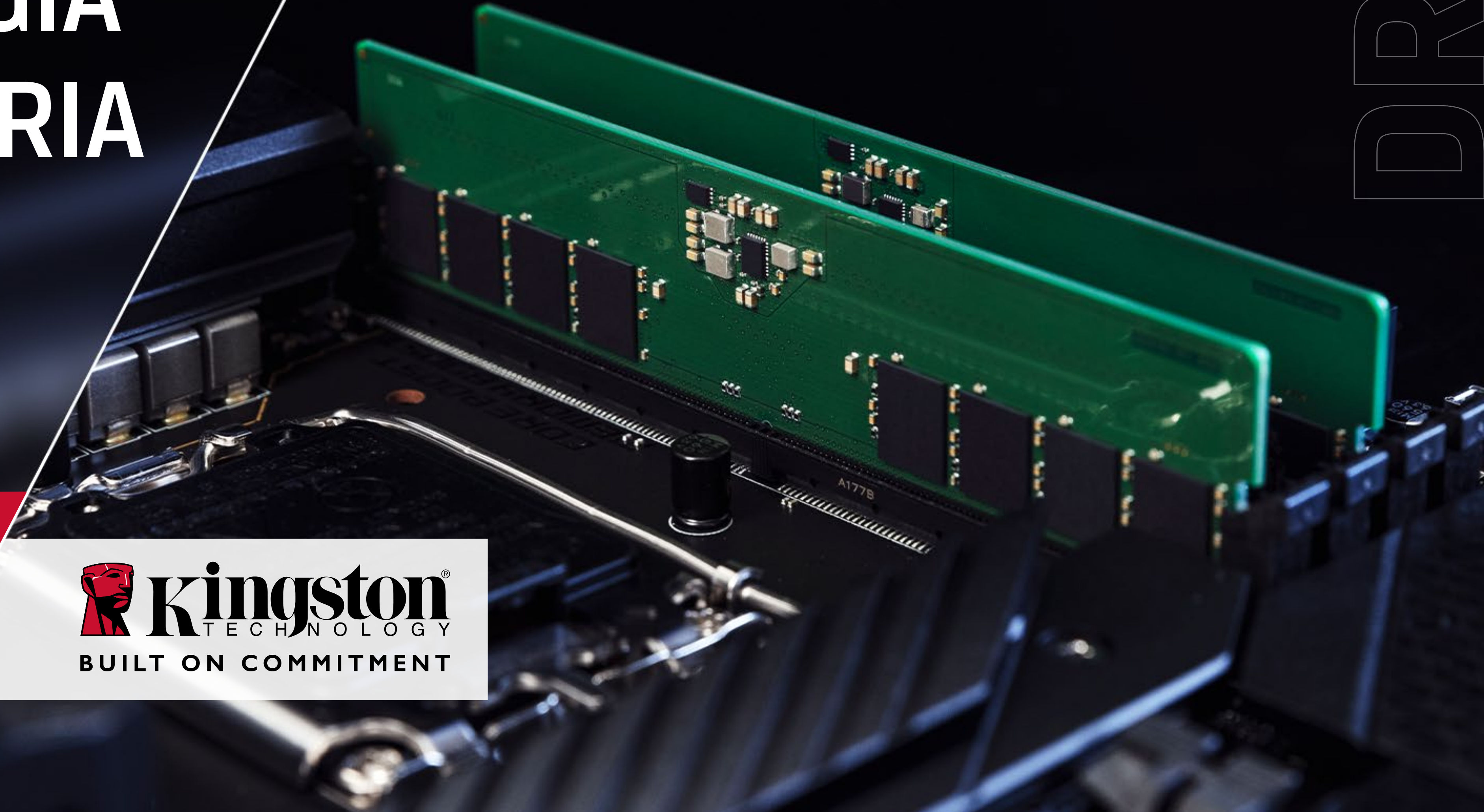


# A EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DA MEMÓRIA

DRAW



**Kingston**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY  
BUILT ON COMMITMENT



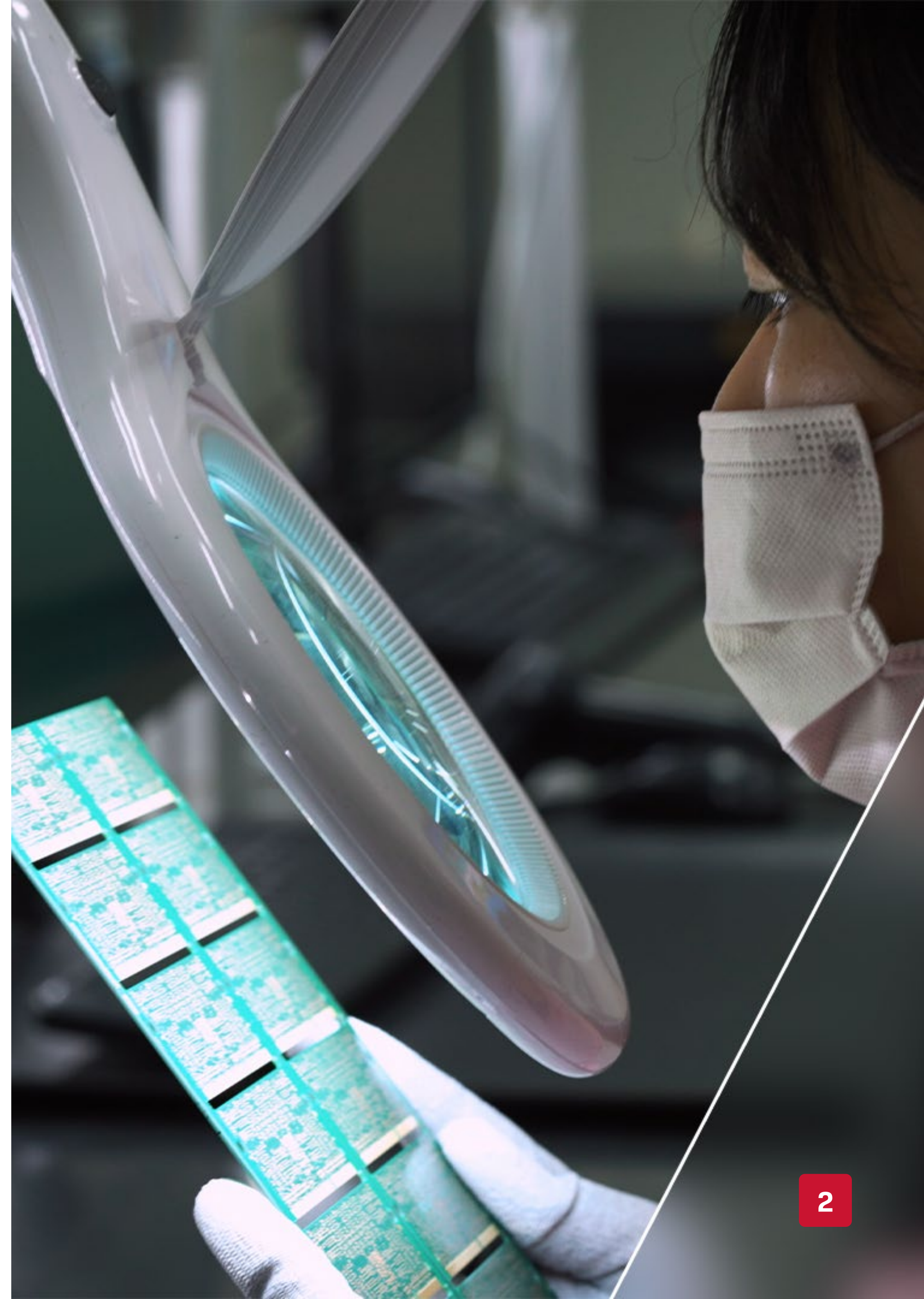


# Prefácio e índice

A evolução da memória de acesso aleatório dinâmico (DRAM) do modo de página rápida (FPM) para a memória síncrona (SDRAM) para a taxa de dados dupla (DDR SDRAM), agora na sua quinta geração (DDR5), representa uma progressão significativa na tecnologia de computação, impulsionada pela necessidade de maior desempenho, maior largura de banda e maior eficiência energética. Em meio à onda de aplicativos de IA, esta demanda continua a aumentar, com a memória DDR5 e a HBM (High Bandwidth Memory DRAM), ganhando força significativa em data centers e sistemas de cliente. Considerada a potência da memória de semicondutores, a DDR SDRAM ocupa um lugar único na indústria graças ao seu baixo consumo de energia e alto desempenho, capaz de transferir dados para o processador rapidamente.

De acordo com especialistas no setor, não há fim à vista para a DRAM como tecnologia de memória principal. Mas o que faz com que este tipo de memória seja tão adepto a satisfazer as necessidades dos negócios atuais, em termos de desempenho e arquitetura? Alguns tipos são mais adequados para servidores em comparação com computadores? Como a tecnologia está evoluindo e quais são os desafios típicos e os casos de uso? Este e-book abordará essas questões e explorará o que o futuro reserva para a DRAM, com a ajuda de alguns dos especialistas técnicos da Kingston.

Índice	Páginas
Colaboradores	3
A evolução da DRAM: De FPM para DDR5 SDRAM	4
Tipos de DRAM e principais diferenças	5
A importância da latência e da velocidade	6
Casos de uso típicos e impacto na carga de trabalho	7
Problemas de compatibilidade da DRAM e considerações de atualização	8 - 9
Vencer os desafios de fabricação da DRAM	10
Desenvolvimento de DRAM: A influência das tendências de mercado	11
O futuro da tecnologia DRAM	12
Resumo	13





# Colaboradores

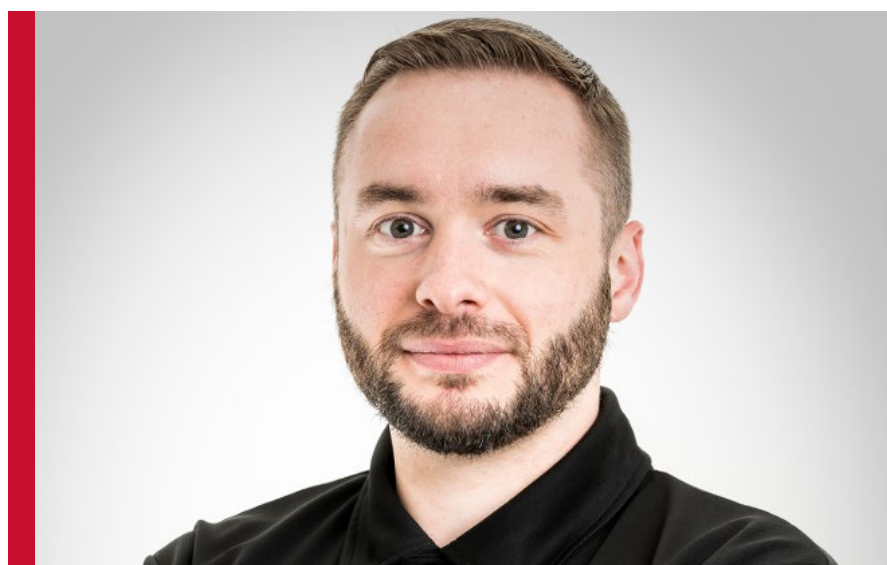
Este e-book foi criado por dois especialistas da Kingston.



## Mike Mohny | Kingston Technology

Mike Mohny é gerente de tecnologia sênior na Kingston Technology, com sede em Fountain Valley, na Califórnia. Ele está na Kingston desde 1996, trazendo mais de 28 anos de experiência para a empresa.

Na sua função, Mike tem sido fundamental na gestão e no avanço das iniciativas tecnológicas da Kingston, particularmente no setor de soluções de memória e DRAM. Sua experiência e liderança contribuíram significativamente para a posição da Kingston como um dos principais fabricantes terceirizados de soluções DRAM.



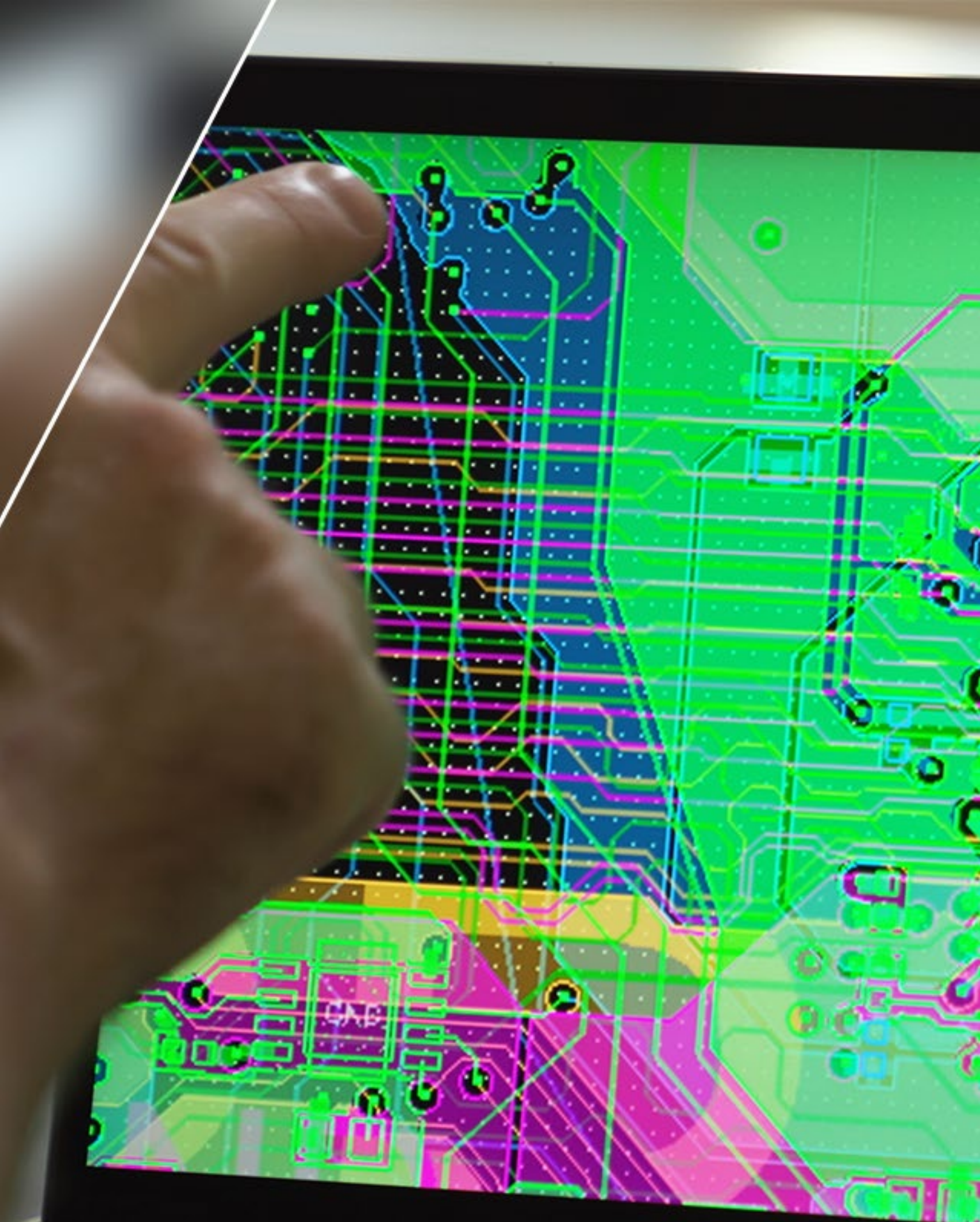
## Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Geoffrey Petit é o líder de equipe do Grupo de Recursos Técnicos na Kingston Technology Europe. Ele entrou na Kingston em 2016 como engenheiro de suporte técnico, fornecendo suporte técnico pós-venda a clientes baseados na região EMEA, oferecendo treinamento técnico a colegas e novos funcionários e testando novos produtos.

As responsabilidades de Geoffrey e de suas equipes são fornecer apoio técnico para os clientes e em consultas pré-vendas de gerentes comerciais, marketing, equipe de vendas internas, clientes e pessoal-chave.







## A evolução da DRAM: De FPM para DDR5

Em meados da década de 1980, a revolução do PC estava em pleno andamento com a introdução do processador 80486. A DRAM de modo de página rápida (FPM) em SIMMs (single in-line memory modules) foram a principal tecnologia de memória. A necessidade de aumentar o desempenho levou ao desenvolvimento da DRAM EDO (Extended Data Out) no início dos anos 90, seguida rapidamente pela SDRAM e pelo DIMM (dual in-line memory module), que funcionavam de forma mais eficiente alinhando-se com o clock da CPU e a uma única taxa de dados. Em 2000, a primeira DDR (double data rate) SDRAM foi lançada e duplicou a taxa de dados ao transferir dados nas bordas ascendente e descendente do sinal de clock. Também foi mais eficiente em termos de energia do que o seu antecessor, caindo para 2,5 V por módulo em comparação com 3,3 V. A DDR SDRAM continuou evoluindo sob o cuidadoso planejamento do órgão de normas da indústria (JEDEC), com a segunda geração de DDR (DDR2) sendo lançada em 2003. Isto foi seguido em 2007 com a DDR3, e depois em 2014 com a DDR4. Cada geração aumenta as velocidades de memória, as capacidades, e diminui a voltagem operacional, capitalizando em melhorias na litografia da placa de semicondutor e encolhendo as células de memória.

Avançando para 2021, a SDRAM DDR5 foi introduzida, representando um grande avanço na tecnologia de memória. A memória DDR5 estreou a uma velocidade de 4800 MT/s, o que representa um aumento de 50% na largura de banda em relação à velocidade final da memória DDR4 a 3200MT/s. Além da velocidade, os módulos DDR5 incorporaram um IC de Gestão de Energia (PMIC) que ajudou a regular a energia necessária pelos vários componentes do módulo de memória, proporcionando uma melhor distribuição de energia do que as gerações anteriores, melhorando a integridade do sinal e reduzindo o ruído. A tendência para reduzir o consumo de energia continuou, com a DDR5 exigindo apenas 1,1 V para operar. Também foram

concebidas melhorias significativas na integridade dos dados, como o On-Die ECC (Código de Correção de Erros) que poderia detectar e corrigir erros de bits dentro do componente DRAM, reduzindo a probabilidade de dados corrompidos.



*Além do desempenho primário, consumo de energia e melhorias de densidade, muitas outras funcionalidades foram projetadas para cada nova geração. Isso inclui aprimoramento da tecnologia de correção de erros, melhorias na integridade do sinal, atenuações adicionadas para evitar vulnerabilidades de hackers de hardware e novos formatos.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**



Desde o lançamento, a DDR5 teve quatro aumentos de velocidade planejados suportados por plataformas sucessivas da Intel e da AMD. Historicamente, os aumentos da velocidade da memória acontecem uma vez por ano, seguindo uma cadência predeterminada definida pelos padrões da indústria da memória e possibilitada por novos chipsets. O salto de memória da DDR5 sobre os compartimentos de velocidade deveu-se, em parte, à concorrência dos fabricantes de processadores e de chips, e à procura de memória de alto desempenho para lidar com aplicações que consomem muita largura de banda, como a IA.

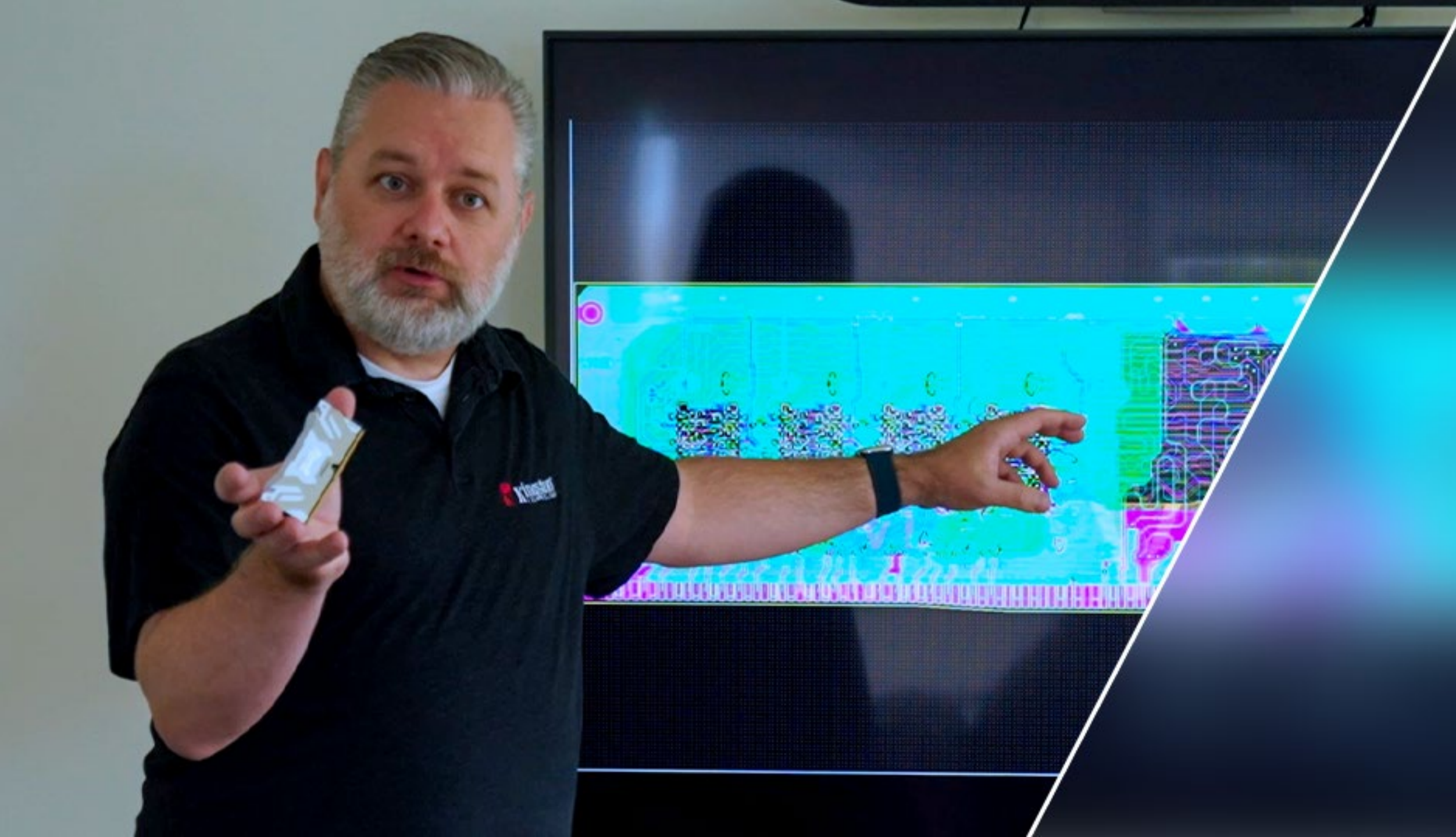


*Densidades mais altas eram agora possíveis, o que significa que mais capacidade de memória poderia ser alcançada em um único módulo, o que era crítico para servidores e computação de alto desempenho.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**







## Tipos de módulo DRAM e principais diferenças

O órgão de normas da indústria (JEDEC) não define apenas as especificações para a memória DRAM, mas também determina os formatos em que a DRAM reside para se adequar a várias plataformas e ambientes de computação.

Módulos sem buffer, como **DIMMs sem buffer (UDIMMs)** e **DIMMs sem buffer de contorno pequeno (SODIMMs)** são o tipo mais comum de módulos de memória usados em desktops e laptops de consumo.

A adição de componentes DRAM para suportar o código de correção de erros (ECC) faz com **ECC UDIMMs** e **ECC SODIMMs** sejam compatíveis com sistemas de estações de trabalho convencionais. Eles fornecem um suporte fundamental à integridade de dados para aplicativos com uso intensivo de memória.

Para o servidor de um ou vários processadores, os **DIMMs registrados (RDIMMs) ECC** apresentam um componente de registro no módulo, que armazena em buffer os dados entre a DRAM e o controlador de memória. Isso é fundamental em ambientes onde são necessárias grandes quantidades de memória e onde a confiabilidade dos dados é fundamental.

**DIMMs de Carga Reduzida (LRDIMMs)** apresentam buffers de dados para reduzir as cargas no controlador de memória, que de outra forma diminuiriam as velocidades de memória para compensar. A tecnologia LRDIMMs permite módulos de grande capacidade sem sacrificar o desempenho e foi introduzida pela primeira vez em 2012 para DDR3 e depois aperfeiçoada para DDR4 em 2014.

O **DDR de baixa potência (LPDDR)** entrou no mercado em 2006 como uma solução para dispositivos móveis para economizar energia da bateria. Embora normalmente montado diretamente em uma placa de sistema, desde 2024 - o LPDDR5 também pode ser usado no formato CAMM2 (Compression Attached Memory Module), fornecendo uma solução modular que os fabricantes podem usar em laptops ou PCs com formato pequeno.

Além da DDR SDRAM, a categoria de memória de crescimento mais rápido é a **Memória de alta largura de banda (HBM)**, desenvolvida pela AMD em 2008 para atender à crescente demanda por memória de alto desempenho e alta capacidade para suportar GPUs com requisitos de energia mais baixos. A HBM usa uma interface de alta velocidade para gerenciar uma pilha 3D de camadas de SDRAM dentro de um único pacote de chip. Isso fornece acesso de memória endereçável amplo (+ de 128-bit) e segmenta diretamente as placas gráficas, a memória do processador no pacote e as placas aceleradoras de IA.

“

*A HBM evoluiu ao longo de gerações sucessivas na última década para aumentar o suporte para maiores capacidades de memória em mais camadas, barramentos de dados mais amplos e maior rendimento de desempenho. Dito isso, a memória da HBM não é atualmente usada em módulos de memória e não é considerada uma tecnologia alternativa viável à DDR DRAM em relação ao preço por GB.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”



# A importância da latência e da velocidade

A latência e a velocidade são dois atributos-chave definidos pelo órgão de normas da indústria de memória (JEDEC) que são usados como métricas de desempenho.



*Na computação, existem muitos tipos diferentes de aplicações que podem utilizar um hardware em vez de outro para a sua carga de trabalho. As aplicações ligadas à memória beneficiarão de velocidades de memória de alto desempenho e latências mais baixas, em oposição àquelas que são focadas no armazenamento ou na GPU.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

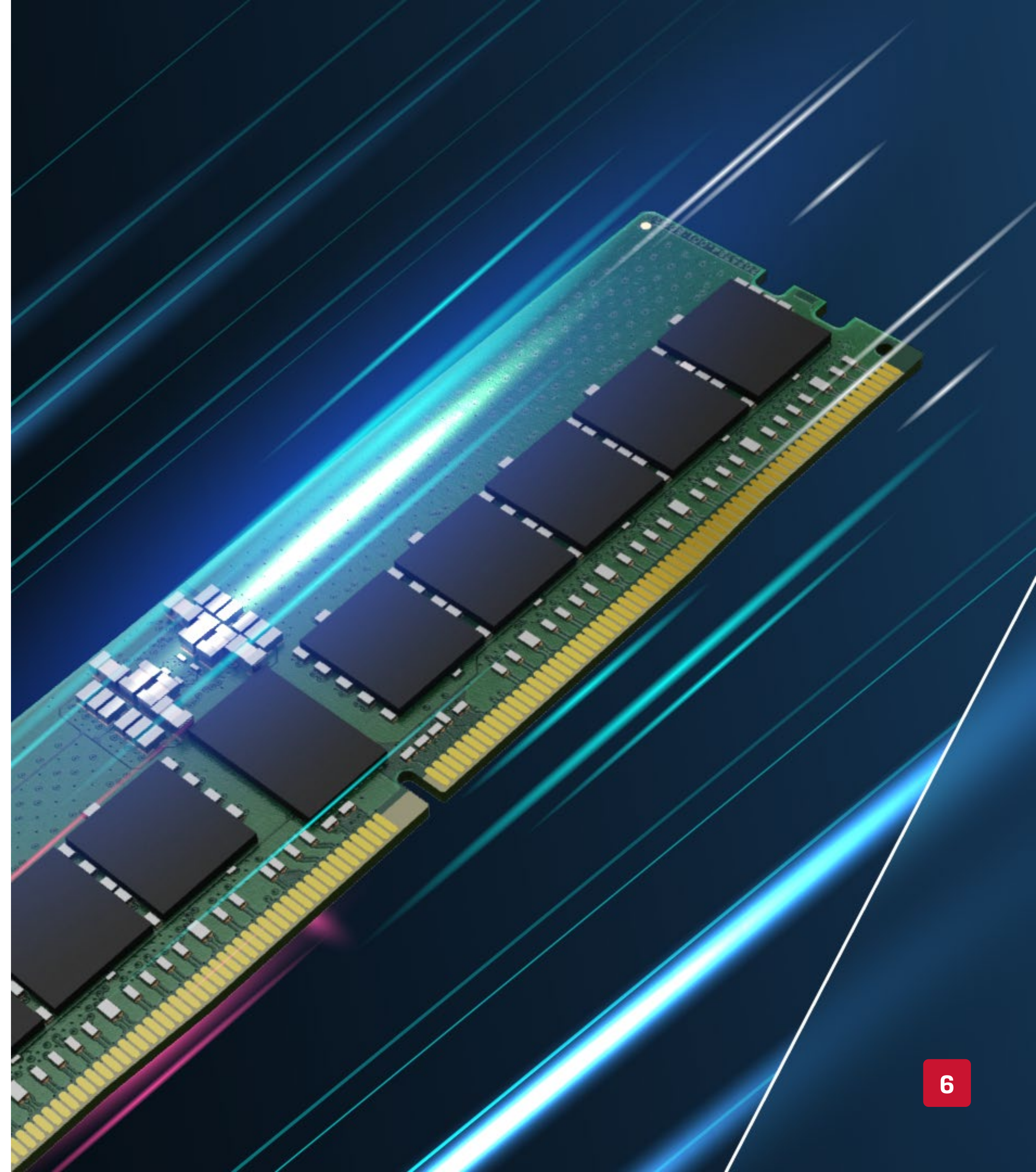


Para cada nova tecnologia de memória, o JEDEC especifica as velocidades e os timings padrão, que são usados pelos fabricantes de memória, arquitetos de processadores e chipsets e fabricantes de placas-mãe/sistemas para manter o alinhamento. À medida que as velocidades de memória padrão do setor aumentam, as latências também aumentam. Isso muitas vezes se torna uma questão de controvérsia e mal compreendida pelos usuários que acreditam que as velocidades padrão mais rápidas são negadas pelo aumento dos tempos de latência do CAS. No entanto, a latência total, que é uma combinação de velocidade e tempos, é uma forma mais precisa de medir o desempenho da memória em nanossegundos. Isso refere-se ao tempo que o processador demora a receber dados da memória.



*Quando se trata do impacto nas tarefas de computação, a memória sem buffer é ideal para desktops e estações de trabalho que precisam de tempos de resposta rápidos. A memória de classe de servidor, como DIMMs registrados e com carga reduzida, é excelente em data centers onde a estabilidade, a correção de erros e o tratamento de grandes conjuntos de dados são mais críticos do que a latência.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**







## Casos de uso típicos e impacto na carga de trabalho

Os usuários finais e os arquitetos de data center escolhem plataformas com base nas suas necessidades de aplicação e carga de trabalho. Por sua vez, a demanda por capacidade de memória e desempenho dita o tipo de módulo escolhido e configurado.

Na indústria da memória, diferenciamos entre as classes consumidor (também conhecido como PC) e classes de servidor de componentes e formatos de módulos. Os sistemas de classe consumidor englobam desktops e laptops que utilizam memória não-ECC padrão do setor nos formatos DIMM sem buffer (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM e CAMM2. Enquanto isso, os sistemas de classe de servidor, incluindo estações de trabalho de desktop e estações de trabalho móveis, usam módulos de memória que suportam o ECC (código de correção de erros).

Os dispositivos de consumo favorecem a simplicidade e a velocidade da memória sem buffer. Os computadores desktop e laptop não são projetados para funcionar 24 horas por dia e normalmente são desligados quando não estão em uso. Os tipos de aplicações e cargas de trabalho nesses sistemas também não pressionam as tolerâncias dos componentes de memória da maneira que os servidores fazem, por isso não há necessidade de suporte ECC.

Por outro lado, sistemas mais complexos, como servidores e estações de trabalho de alto desempenho, concebidos para estarem sempre ligados, se beneficiam da estabilidade e confiabilidade adicionais oferecidas pelos ECC RDIMMs registrados (RDIMMs) e DIMMs de carga reduzida (LRDIMMs). Módulos de classe ECC suportam a correção de erros para dados corrompidos, impedindo que o servidor falhe ou perca informações críticas. Esses módulos também apresentam um grau mais elevado de componentes DRAM, testados com tolerâncias mais elevadas e com taxas de falha mais baixas.

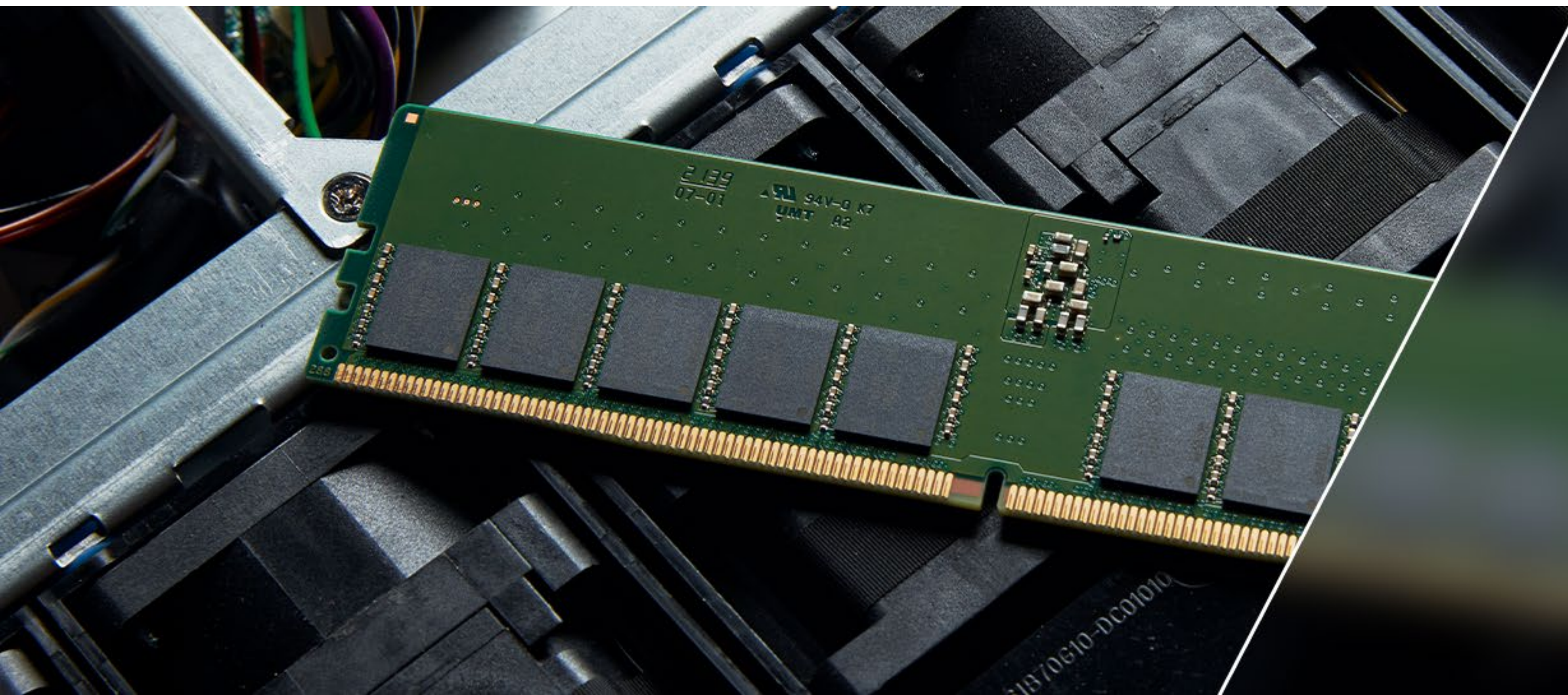


# Problemas de compatibilidade da DRAM e considerações de atualização

Juntamente com as considerações de caso de uso, aplicação e carga de trabalho, a importância da reputação da marca não pode ser exagerada ao avaliar as opções de memória. Geralmente, as empresas de memória têm menos problemas de compatibilidade se investirem em testes de infraestrutura para validar seus designs de memória com os arquitetos de chipset (como a Intel e a AMD), e para trabalhar com fabricantes de placas-mãe e sistemas para executar qualificações de memória. Existe um forte ecossistema de verificações e equilíbrios entre a Intel, a AMD, os fabricantes de placas-mãe, as principais marcas de sistemas e os fabricantes de memória. Mas nem todos os fornecedores de módulos de memória participam.

Instalar DRAM incompatível pode impedir que um sistema inicialize. Ao atualizar ou substituir a memória, consulte sempre o manual da placa-mãe ou o site do fabricante antes de comprar uma nova memória e considere:

1. **Suporte da placa-mãe:** Verifique qual tecnologia de memória específica e tipo de módulo são compatíveis com a placa-mãe (por exemplo, DDR4, DDR5, RDIMM vs. UDIMM).
2. **Velocidade:** Combinar ou ultrapassar a velocidade atual da DRAM para evitar problemas de desempenho. Dentro de uma geração DDR, as velocidades são geralmente compatíveis com versões mais antigas. Então, comprar uma peça padrão de 3200MT/s irá fazer o clock down com segurança para funcionar em sistemas que requerem 2666MT/s.
3. **Capacidade:** Escolha módulos para instalar em pares ou grupos idênticos, que correspondam à arquitetura da placa-mãe, e sempre tente considerar mais capacidade para atender às necessidades futuras de memória.
4. **Mistura de módulos DRAM:** Misturar diferentes tipos de DRAM (largura, densidade, marca) dentro de pares ou grupos pode levar à instabilidade. Instalar em pares ou grupos idênticos de módulos de acordo com a arquitetura de memória da placa-mãe reduz as chances de haver problemas.
5. **Correção de erro:** Se instalar módulos sem buffer ECC em uma estação de trabalho de consumidor ou principal, certifique-se de verificar se a placa-mãe e o modelo do processador suportam a função ECC.



“  
Por exemplo, DDR4 RDIMMs e LRDIMMs usam a mesma chave de módulo (fenda) que os DIMMs sem buffer. Quando conectados a um sistema de classe de desktop, os RDIMMs e os LRDIMMs não funcionarão. As densidades e as larguras dos componentes DRAM também podem afetar a compatibilidade, já que alguns chipsets não funcionarão com larguras específicas de DRAM ou altas densidades.  
”

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



## Problemas de compatibilidade da DRAM e considerações de atualização

A indústria da memória está continuamente em movimento, projetando para as exigências da próxima geração, mantendo em mente as necessidades dos computadores de hoje e de ontem. Portanto, é extremamente importante que os fabricantes de módulos de memória mantenham um extenso arquivo de plataformas de computador que remonte a várias gerações anteriores.



*Testar novos componentes de memória em sistemas mais antigos, também conhecidos como testes de regressão, é um passo muito importante ignorado por alguns fabricantes de módulos de memória para reduzir custos. Esta é uma área que frequentemente expõe problemas de compatibilidade.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**



Manter uma extensa base de dados de compatibilidade do sistema também é fundamental para evitar problemas. Como um dos únicos fornecedores de módulos de memória no mundo a manter ativamente um arquivo de banco de dados com mais de 40.000 sistemas de computador, os engenheiros da Kingston podem comunicar com mais precisão quais opções de atualização de memória são compatíveis com os milhares de modelos de computador atuais e antigos no mercado global. Nuances entre os chipsets e gerações de processadores da Intel e da AMD são frequentes e, em alguns casos, propositadamente, não são divulgadas aos usuários. O objetivo da Kingston é compartilhar os conhecimentos técnicos necessários para os usuários entenderem como escolher a melhor e mais compatível opção para o seu computador.



*Problemas de compatibilidade podem ocorrer quando os componentes não foram avaliados ou otimizados com um chipset ou BIOS. Problemas comuns de compatibilidade também podem ser o uso de configurações de DRAM ou tipos de módulo não suportados em um sistema.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**





# Vencer os desafios de fabricação da DRAM

Embora a compatibilidade possa ser um problema se não for devidamente tratada, esse não é o único desafio. A complexidade do design, a precisão na montagem e o controle de qualidade contribuem para os principais desafios de fabricação de DRAM. E como um dos principais fabricantes de módulos DRAM terceirizados, esses desafios são o que define a Kingston. No entanto, cada desafio tem a sua própria solução:

Então, vamos começar com a forma como projetamos as nossas soluções de memória.

- » **Complexidade do design:** Cada tipo de módulo DRAM que projetamos tem funcionalidades únicas, quer sejam DDR4 vs DDR5, Sem buffer vs Registrado e muitos outros - isso acrescenta complexidade ao design. Isso requer engenharia avançada e integração precisa para garantir confiabilidade e desempenho.
- » **Solução:** Para resolver isso, empregamos software de design especializado e protocolos de teste rigorosos para garantir que cada tipo de memória funcione conforme pretendido sem erros.

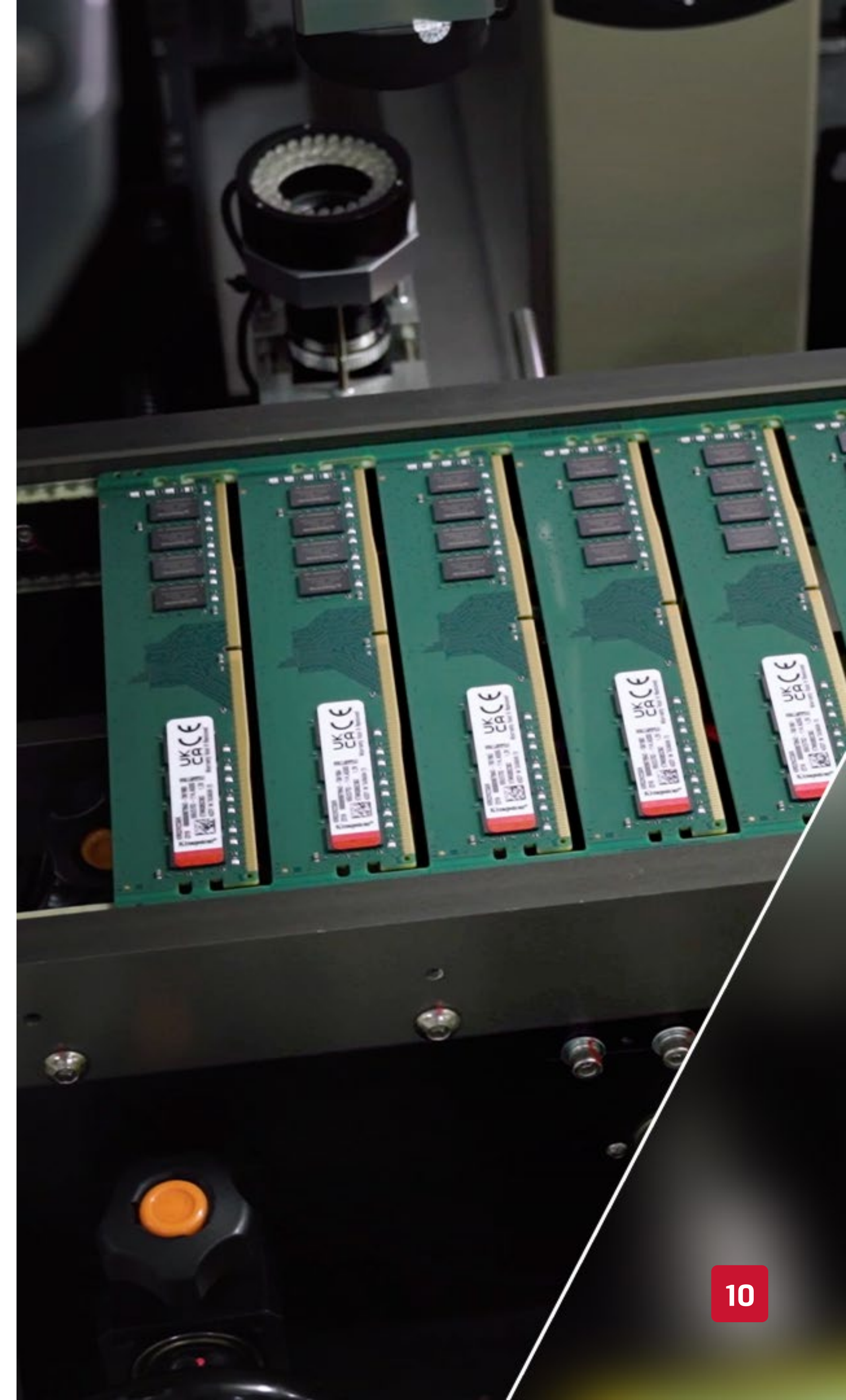
Trabalhamos, então, com os principais semicondutores DRAM.

- » **Precisão de fabricação:** Os chips DRAM são produzidos por semicondutores em processos em nanoescala, onde até variações minúsculas podem levar a defeitos, afetando o rendimento e o desempenho.
- » **Solução:** A Kingston trabalha exclusivamente com semicondutores que podem garantir altos níveis de desempenho e confiabilidade. Estes semicondutores usam técnicas de litografia de ponta e ambientes de salas limpas para minimizar defeitos, garantindo alta precisão e consistência durante a produção. Se não atenderem esses requisitos, não trabalhamos com eles.

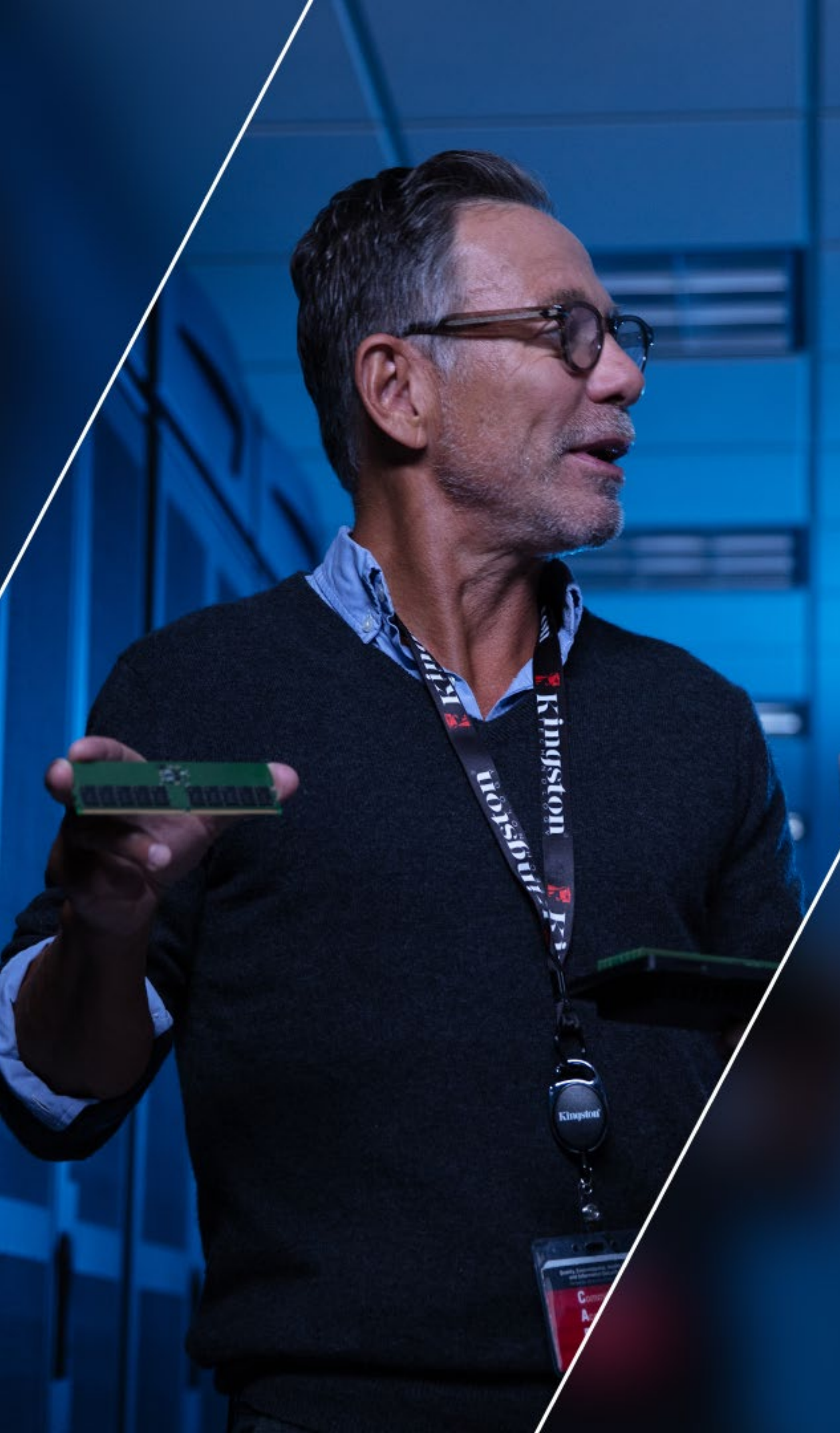
Em seguida, é como construímos e testamos nossos módulos DRAM.

- » **Controle de qualidade:** Uma vez montada, todos os nossos formatos de DRAM têm de cumprir rigorosos padrões de desempenho e confiabilidade.
- » **Solução:** Testes extensivos sob várias condições, incluindo testes de temperatura e tensão, ajudam a identificar e eliminar unidades defeituosas, garantindo que apenas uma memória confiável chegue ao mercado.

Através de tecnologia avançada e garantia de qualidade rigorosa, a Kingston produz soluções DRAM confiáveis e de alto desempenho adequadas para uma variedade de necessidades de computação. Damos um passo mais longe trabalhando em estreita colaboração com a Intel e a AMD para receber plataformas de referência que nos ajudam a desenvolver novas tecnologias de memória, bem como a preparar os avanços necessários em nossas capacidades de teste de produção. Tanto as atualizações de hardware como de software são constantes para que os nossos ambientes de produção suportem novas velocidades de memória, novas capacidades e façam melhorias na qualidade dos módulos produzidos.







## Desenvolvimento de DRAM: A influência das tendências de mercado

Quando se trata de moldar o desenvolvimento e a adoção de diferentes tipos de memória DRAM, as tendências de mercado são impulsionadas pelas crescentes exigências da tecnologia e o comportamento do consumidor desempenha um papel significativo. Desempenho, eficiência e escalabilidade são fatores-chave que influenciam tanto o desenvolvimento como a adoção.

Ao olhar para trás, as últimas décadas de demanda por computação e carga de trabalho tiveram um impacto nos tipos de memória desenvolvidos. Em meados da década de 2000, a indústria da memória começou a oferecer tecnologias de memória que poderiam economizar no consumo geral de energia, tanto no espaço móvel quanto no data center. Em meados da década de 2010, a virtualização impulsionou a demanda por módulos de maior capacidade. Nessa altura, a perda de desempenho com módulos de alta capacidade devido às limitações do chipset acabou por levar ao desenvolvimento de DIMMs com carga reduzida para DDR3 e DDR4.

Hoje, setores como IA, jogos e analítica de Big Data continuam crescendo e estão cada vez mais exigindo memória de alta velocidade e alta capacidade. Isso impulsiona o desenvolvimento de tipos avançados de módulos DRAM, como o Multiplexed-Rank DIMM (MRDIMM), que atende a essas necessidades de desempenho. O impulso para dispositivos mais finos e leves também influenciou a adoção de soluções de memória compactas e eficientes, como o CAMM2, que oferecem aos fabricantes soluções modulares de baixo custo para substituir DRAM ou múltiplos SODIMMs que não caberiam fisicamente em um tablet ou laptop da classe Ultrabook.

A possibilidade de expandir a capacidade de memória para além do encaixe tradicional de DIMM é outra área em rápido desenvolvimento.

“

*As exigências de desempenho da IA são outro fator chave que alimenta a criação de memória escalável, de alta capacidade e de alto desempenho, como MRDIMMs, que abordam especificamente o gargalo do desempenho da memória de alta capacidade.*

**Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe**

”

Estes são apenas alguns exemplos de como a indústria da memória se adapta às tendências do mercado, demonstrando como o nosso ecossistema e normas estão sempre prontos para enfrentar os desafios das necessidades da memória do futuro.

“

*O investimento em infraestruturas e a expansão para suportar tecnologias de memória da próxima geração está em andamento. As velocidades da memória aumentam anualmente, portanto ter plataformas de última geração muito antes do lançamento é fundamental para aumentar a produção para suportar a demanda global quando novos sistemas chegam ao mercado.*

**Mike Mohny | Kingston Technology**

”



UDIMM  
CUDIMM  
SODIMM  
CSODIMM  
CAMM2  
RDIMM  
LRDIMM



“  
Esses avanços, incluindo CAMM2, CUDIMMs e CXL, indicam um futuro em que as tecnologias de memória irão gerar sistemas de computação mais rápidos, mais eficientes e mais flexíveis em várias aplicações e indústrias.  
Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe  
”

## O futuro da tecnologia DRAM

Olhando para o futuro, a indústria da memória continuará adaptando-se e planejando as necessidades do mercado. Os desenvolvimentos futuros na tecnologia DRAM estão focados no aumento da velocidade, na redução do consumo de energia e no aumento da densidade para atender às exigências de aplicações avançadas como IA, big data e computação em nuvem. Além disso, os desafios com os formatos e tecnologias de memória atuais já estão influenciando a próxima geração da especificação DDR, a DDR6, em desenvolvimento com a JEDEC. Com conclusão até 2027, a memória DDR6 provavelmente se concentrará em maior desempenho, com aumentos lineares significativos nas taxas de dados em comparação com a memória DDR5, e um barramento de dados mais amplo.

Até lá, a DDR5 continuará aumentando em velocidade e sendo utilizada em novos formatos. Isso inclui o CAMM2, que foi projetado para se tornar a solução de módulo dominante para sistemas móveis e de formato pequeno nos próximos dois anos. O CAMM2 de perfil fino pode efetivamente substituir dois SODIMMs em laptops tradicionais, poupando custos significativos aos fabricantes usando uma solução de memória modular em componentes DRAM discretos montados diretamente

em uma placa-mãe. Alguns fabricantes de placas-mãe já demonstraram que o CAMM2 pode ser usado em PCs tradicionais. Como um fornecedor de memória aprovado pela Dell por seu projeto original CAMM, a Kingston está estrategicamente posicionada para apoiar a revolução CAMM2, com infraestrutura e investimento para fabricar e testar esse novo formato já em vigor. Fique atento no site da Kingston para nossas soluções CAMM2, que devem ser lançadas no primeiro semestre de 2025.

CUDIMM é outro novo tipo de módulo DRAM que integra um clock driver em DIMMs sem buffer a partir de DDR5 de 6400 MT/s. Este componente redireciona o sinal de clock do processador no módulo, aumentando a integridade do sinal e reduzindo a incidência de erro devido a ruído e agitação, que se tornam problemáticos a velocidades mais altas.

Depois, há o Compute Express Link, ou CXL, mais uma nova categoria de DRAM nos seus primeiros estágios. O CXL é um protocolo padrão aberto que funciona no barramento PCI Express, tal como o NVMe para armazenamento. O primeiro foco para os produtos CXL são os expansores de memória, que utilizam DRAM (DDR4, DDR5, HBM) em vários formatos, para aumentar a capacidade de memória e expandir o conjunto de memória utilizável para servidores.



## Resumo

Com a ascensão da IA, os designers de memória estão correndo para acompanhar. Como a espinha dorsal da memória de semicondutores, a evolução da DDR SDRAM com a sua grande capacidade e rápida entrega de dados aos processadores continua avançando. Ao lidar com os principais desafios de compatibilidade e fabricação com investimento e rigoroso controle de qualidade, os fabricantes podem produzir uma memória confiável e de alto desempenho adequada para diversas necessidades de computação. Mas para atender aos requisitos específicos do seu ambiente, os especialistas da Kingston estão aqui para apoiar você, te ajudando a navegar pelas complexidades da evolução dos chipsets, gerações de processadores e configurações de memória otimizadas.

### Built on Commitment

De grandes volumes de dados a dispositivos de Internet das Coisas, incluindo laptops, PCs e tecnologia wearable, a Kingston Technology dedica-se a fornecer soluções de produtos de primeira linha, serviços e suporte. Com a confiança dos principais fabricantes de PCs e fornecedores globais de nuvem, valorizamos as nossas parcerias de longo prazo que nos ajudam a evoluir e a inovar. Garantimos que todas as soluções satisfaçam os mais altos padrões, dando prioridade à qualidade e ao atendimento ao cliente. A cada passo, ouvimos, aprendemos e nos envolvemos com os nossos clientes e parceiros para oferecer soluções que tenham um impacto duradouro.

©2024 Kingston Technology Corporation, 17600 Newhope Street, Fountain Valley, CA 92708 USA.

Todos os direitos reservados. Todas as marcas ou marcas registradas pertencem a seus respectivos proprietários.



 **Kingston**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY  
**BUILT ON COMMITMENT**

BUILT ON COMMITMENT