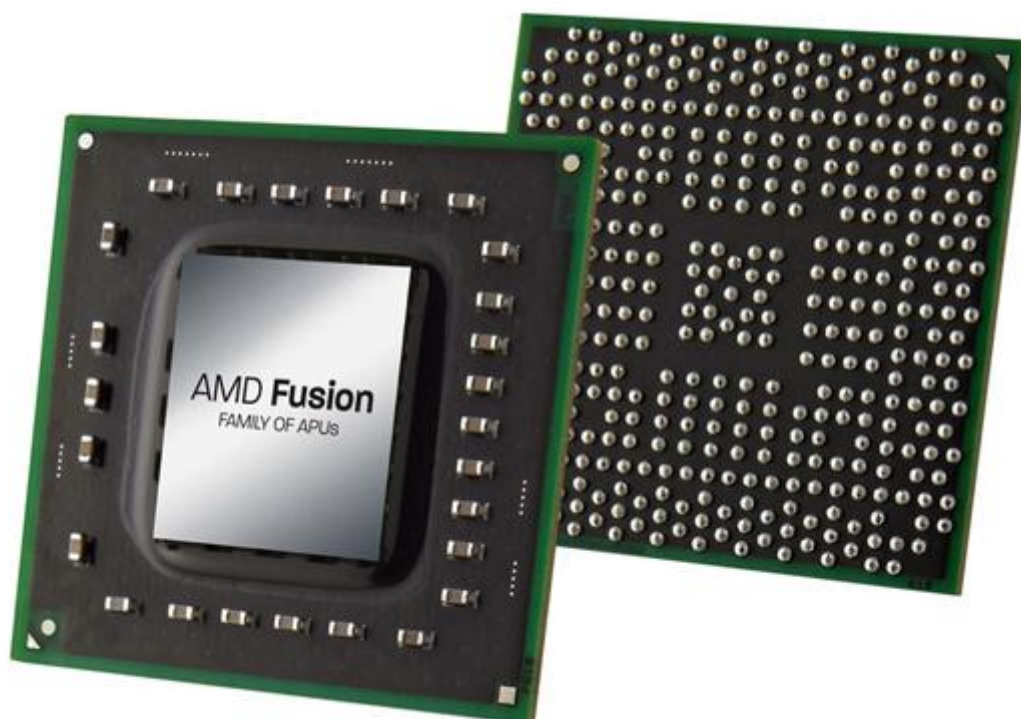


Saiba o que é processador e qual sua função

Um processador é uma espécie de microchip especializado. A sua função é acelerar, endereçar, resolver ou preparar dados, dependendo da aplicação. Basicamente, um processador é uma poderosa máquina de calcular: Ela recebe um determinado volume de dados, orientados em padrão binário 0 e 1 e tem a função de responder a esse volume, processando a informação com base em instruções armazenadas em sua memória interna.



O que é ULA?

ULA é a sigla para Unidade Lógica Aritmética. Trata-se do circuito que se encarrega de realizar as operações matemáticas requisitadas por um determinado programa.

Processadores atuais possuem outra unidade para cálculos, conhecida como Unidade de Ponto Flutuante. Essa, por sua vez, serve para trabalhar com números enormes, de 64, 128 bits, por exemplo.

Unidade de Controle

O termo “cérebro eletrônico” está longe de classificar e resumir o funcionamento de um processador. No entanto, a Unidade de Controle é o que há de mais próximo a um cérebro dentro do processador. Esse controlador define o regime de funcionamento e da ordem às diversas tarefas do processador.

Entenda o Cache

Entenda como o espaço onde as instruções podem ser armazenadas dentro do processador funciona: Dado o volume de trabalho que a CPU enfrenta, neste espaço são alocadas informações constantemente requisitadas.



Isso é feito como forma de ganhar tempo: armazenadas no processador, esses dados estão rapidamente acessíveis e não é necessário executar uma varredura em disco ou na RAM para buscar as informações.

Registradores

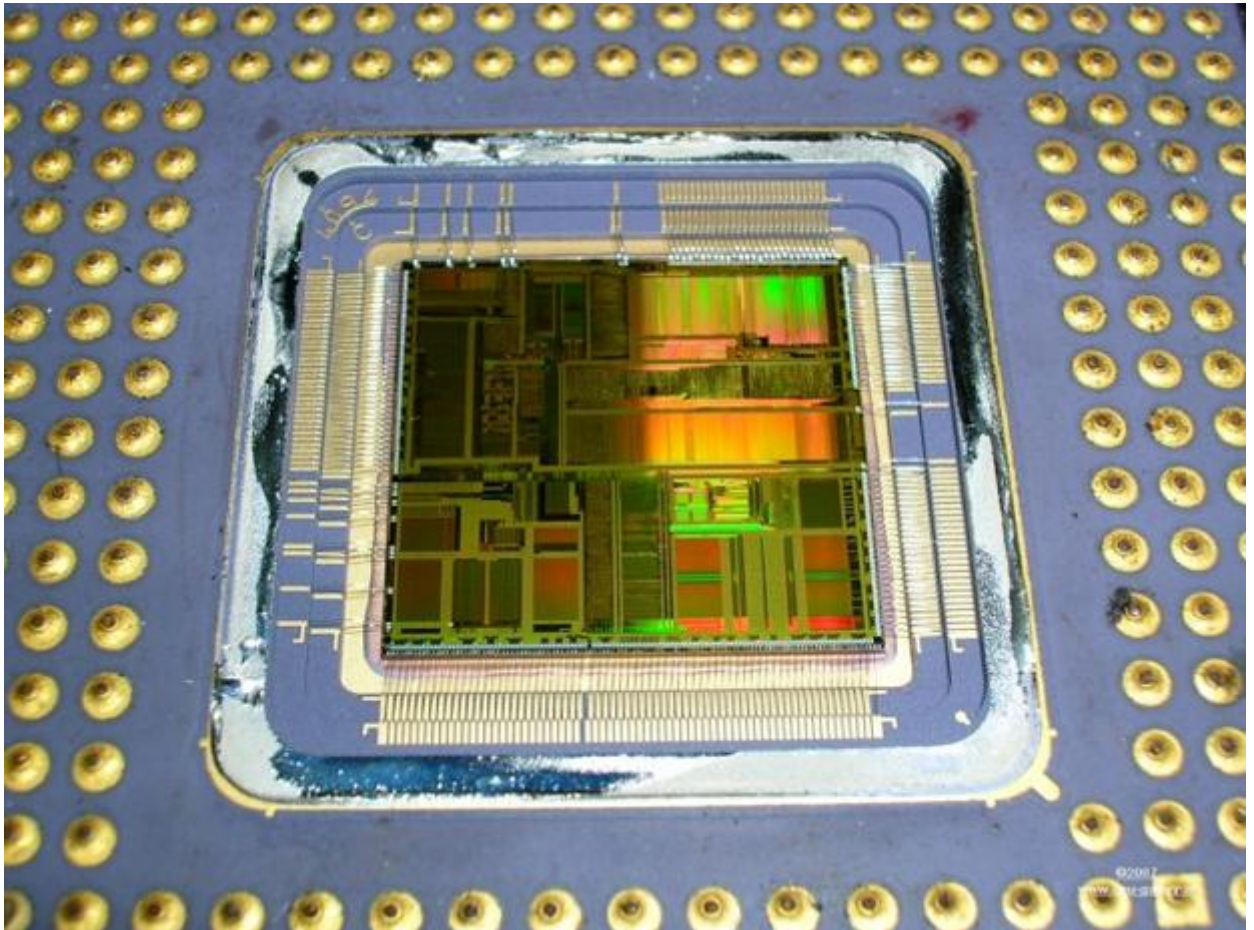
Os registradores são a memória do processador. Você já entendeu que este microchip altamente especializado recebe dados e os processa, num regime de entrada e saída de informação que faz com que o computador, o tablet, o videogame, o GPS, a TV, enfim, todo equipamento eletrônico funcione.

Para "saber" o que fazer com os dados, contudo, o processador precisa de instruções. É isso que está armazenado neste tipo de memória chamada de Registrador: diversas regras que orientam a ULA a calcular e dar sentido aos dados que recebe.

Memory Management Unit (MMU)

O *Memory Management Unit* (MMU) é o responsável pela coordenação do funcionamento da memória. O processador só pode ser rápido se a memória RAM acompanhar. O MMU é o recurso que transforma as instruções lógicas (virtuais) em endereços físicos nos bancos de memória.

-



O processador varre a memória atrás de dados e instruções e o MMU é o recurso que anota onde cada informação do sistema está hospedada na memória. É ele que diz onde o processador deve procurar.

Importância do Clock

Ter mais ou menos Hertz significa o quanto o processador troca dados com o sistema. O processador que oferece 2.0 GHz pode realizar 2 bilhões de ciclos por segundo.

O circuito clock, que mede os ciclos e orienta o ritmo do fluxo de troca de informações no processador, é um dos principais critérios para estabelecer a velocidade do processador. Vale ressaltar, no entanto, que outros pontos entram nesta conta, como interface de memória, quantidade de cache, arquitetura, entre outros.

Aplicações

Existem vários tipos de processadores e cada tipo de aplicação requer um determinado tipo de processador. É o caso dos nossos computadores, que usam os x86.

Dispositivos compactos e com menos tipos de aplicações usam diferentes tipos de processadores. O celular, independente do nível de sofisticação, usa um processador SoC (sigla para System on a Chip: sistema em um chip). Isso significa que o processador em questão agrega diversos outros recursos, como chip de rádio, conectividade, processador gráfico e outros.



Basicamente, qualquer chip que controle algum hardware é um processador. Ele recebe dados, endereça-os e os devolve processados. Uma placa de rede, um adaptador Bluetooth e mesmo um pen drive possuem controladores.

Processadores com dois ou mais núcleos

Talvez você não saiba, mas é possível encontrar no mercado placas-mãe que contam com dois ou mais slots (encaixes) para processadores. A maioria esmagadora destas placas são usadas em computadores especiais, como servidores e *workstations*, equipamentos direcionados a aplicações que exigem muito processamento. Para atividades domésticas e de escritório, no entanto, computadores com dois ou mais processadores são inviáveis devido aos elevados custos que arquiteturas do tipo possuem, razão pela qual é conveniente a estes segmentos o uso de processadores cada vez mais rápidos.

Até um passado não muito distante, o usuário tinha noção do quão rápido eram os processadores de acordo com a taxa de seu clock interno. O problema é que, quando um determinado valor de clock é alcançado, torna-se mais difícil desenvolver outro chip com clock maior. Limitações físicas e tecnológicas são os principais motivos para isso. Uma delas é a questão da temperatura: teoricamente, quanto mais megahertz um processador tiver, mais calor o dispositivo gerará.

Uma das formas encontradas pelos fabricantes para lidar com esta limitação consiste em fabricar e disponibilizar processadores com dois núcleos (*dual core*), quatro núcleos (*quad core*) ou mais (*multi core*). Mas, o que isso significa?

CPUs deste tipo contam com dois ou mais núcleos distintos no mesmo circuito integrado, como se houvesse dois (ou mais) processadores dentro de um chip. Assim, o dispositivo pode lidar com dois processos por vez (ou mais), um para cada núcleo, melhorando o desempenho do computador como um todo.

Note que, em um chip de único núcleo (*single core*), o usuário pode ter a impressão de que vários processos são executados simultaneamente, já que a máquina está quase sempre executando mais de uma aplicação ao mesmo tempo. Na verdade, o que acontece é que o processador dedica determinados intervalos de tempo a cada processo e isso acontece de maneira tão rápida, que se tem a impressão de processamento simultâneo.

Processadores multi core oferecem várias vantagens: podem realizar duas ou mais tarefas ao mesmo; um núcleo pode trabalhar com uma velocidade menor que o outro, reduzindo a emissão de calor; ambos podem compartilhar memória cache; entre outros.

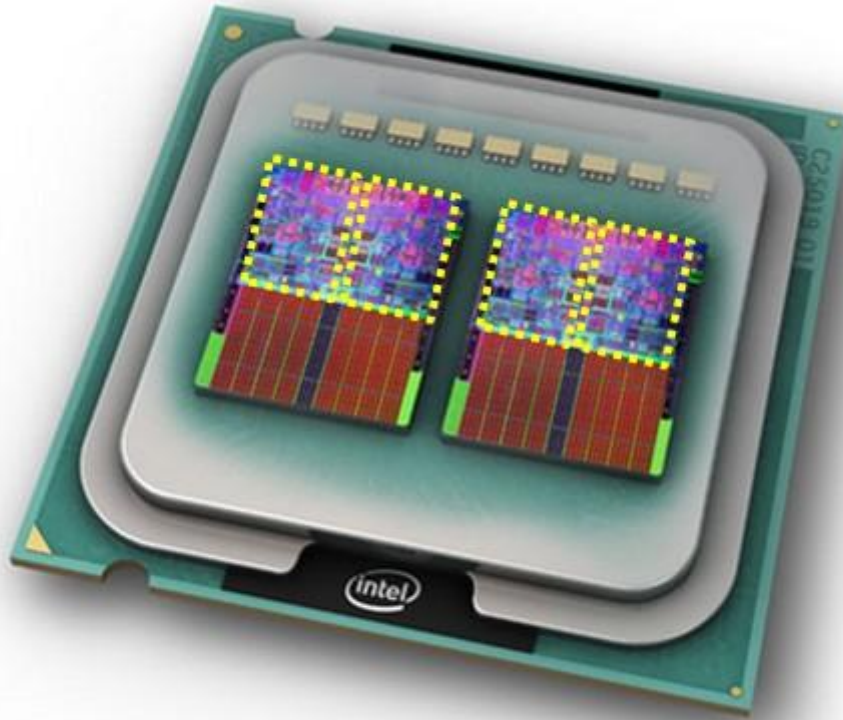
A ideia deu tão certo que, hoje, é possível encontrar processadores com dois ou mais núcleos inclusive em dispositivos móveis, como tablets e smartphones. Na verdade, a situação se inverteu em relação aos anos anteriores: hoje, é mais comum encontrar no mercado chips multi core do que processadores single core.

É interessante reparar que os núcleos de um processador não precisam ser utilizados todos ao mesmo tempo. Além disso, apesar de serem tecnicamente iguais, é possível fazer com que determinados núcleos funcionem de maneira alterada em relação aos outros.

Um exemplo disso é a tecnologia **Turbo Boost**, da Intel: se um processador quad core, por exemplo, tiver dois núcleos ociosos, os demais podem entrar automaticamente em

um modo "turbo" para que suas frequências sejam aumentadas, acelerando a execução do processo em que trabalham.

A imagem abaixo exibe uma montagem que ilustra o interior de um processador Intel Core 2 Extreme Quad Core (núcleos destacado na cor amarela):



Processador Core 2 Extreme Quad Core - Imagem original por Intel

TDP (Termal Design Power)

Se você já olhou um desktop ou um notebook aberto, por exemplo, pode ter reparado que, sobre o processador, há um dispositivo de metal chamado "dissipador" que muitas vezes é acompanhado de uma espécie ventilador (*cooler*).

Estes dispositivos são utilizados para amenizar o intenso calor gerado pela potência, isto é, pelo trabalho do processador - se este aspecto não for controlado, o computador pode apresentar instabilidade e até mesmo sofrer danos.

Acontece que cada modelo de processador possui níveis diferentes de potência, principalmente porque esta característica está diretamente ligada ao consumo de energia: pelo menos teoricamente, quanto mais eletricidade for utilizada, maior será o calor resultante.

É aí que o **TDP** (*Thermal Design Power* - algo como Energia Térmica de Projeto) entra em cena: trata-se de uma medida em Watts (W) criada para indicar estimativas de níveis máximos de energia que um processador pode requerer e, portanto, dissipar em forma

de calor. Assim, o usuário consegue saber quanto determinada CPU exige em relação à potência e fabricantes podem produzir coolers, dissipadores e outros equipamentos de refrigeração adequados a este chip.

Obviamente, quanto menor o TDP de um processador, melhor.

ACP (Average CPU Power)

Criada pela AMD, o **ACP** (*Average CPU Power* - algo como Potência Média da CPU) é uma medida bastante semelhante ao TDP, mas é calculada de maneira ligeiramente diferente, de forma a indicar níveis de potência mais próximos do consumo real, em vez de estimativas máximas.

Os valores de ACP também são indicados em Watts. Assim como no TDP, quanto menor o ACP, melhor.

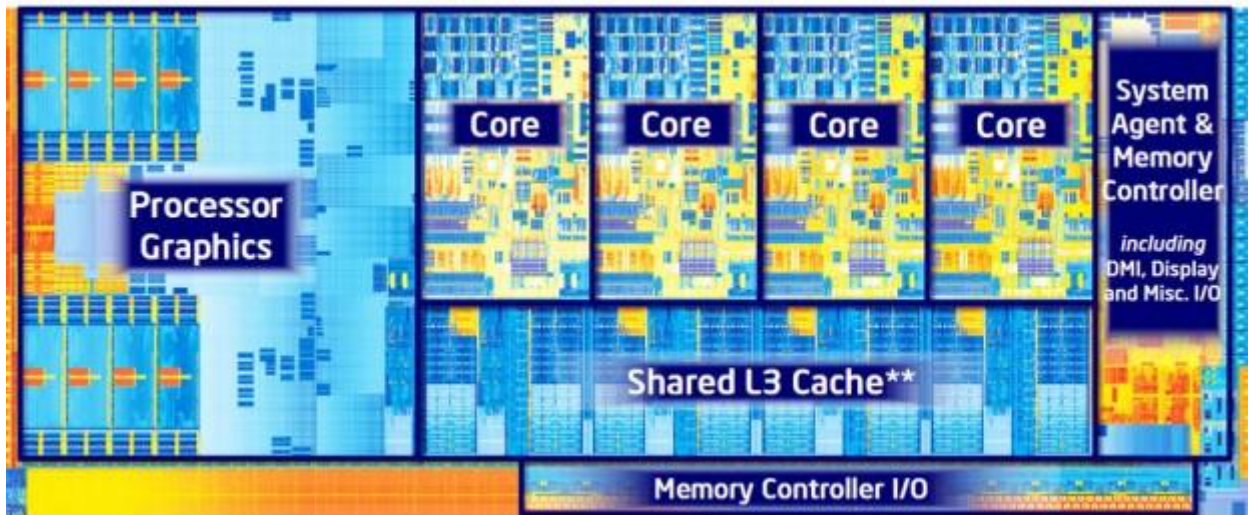
APU (Accelerated Processing Units)

Entre as inovações mais recentes no segmento de processadores está a **APU** (*Accelerated Processing Unit* - Unidade de Processamento Acelerado), nome criado para identificar chips que unem as funções de CPU e [GPU](#). Sim, é como se houvesse dois produtos em um só: processador e chip gráfico da placa de vídeo.

Há várias vantagens no uso de uma APU: menor consumo de energia, maior facilidade para incluir CPU e GPU em dispositivos portáteis, possibilidade de uso da APU em conjunto com uma placa de vídeo para aumentar o poder gráfico do computador, entre outros.

Como a APU não tem memória dedicada, tal como as placas de vídeo, é necessário fazer uso da memória RAM do computador. A princípio, esta característica compromete o desempenho, mas o fato de o controlador de memória também estar integrado à CPU, tal como já mencionado, tende a compensar esta peculiaridade. Assim, é possível inclusive o uso de uma GPU mais avançada na APU, apesar de os primeiros modelos serem bastante "básicos" em relação a este aspecto.

É válido frisar que o nome APU é amplamente utilizado pela AMD, mas a Intel, apesar de evitar esta denominação, também possui chips do tipo, como mostra a seguinte imagem:



Visão interna (*die*) de um processador da família Ivy Bridge. Observe a posição da GPU e dos demais elementos do chip - Imagem por Intel

Processadores: fabricação, miniaturização e encapsulamento

Silício

O primeiro passo na fabricação de processadores consiste, obviamente, na obtenção de matéria-prima. Geralmente, os chips são formados por **silício**, e com os processadores não é diferente. O silício é um elemento químico extremamente abundante, tanto que é considerado o segundo mais comum na Terra. É possível extraí-lo de areia, granito, argila, entre outros.

Esse elemento químico é utilizado para a constituição de vários materiais resistentes, como vidro e cerâmica. No entanto, é também semicondutor, isto é, tem a capacidade de conduzir eletricidade. Essa característica somada à sua existência em abundância faz com que o silício seja um elemento extremamente utilizado pela indústria eletrônica.

Para você ter uma ideia da importância desse material, a concentração de empresas que utilizam silício em seus produtos eletrônicos em várias cidades da Califórnia, nos EUA, fez com que a região recebesse o nome de Vale do Silício (*Silicon Valley*). É lá que estão localizadas, por exemplo, as sedes da AMD e da Intel, as maiores fabricantes de microprocessadores do mundo.

Fabricação de processadores

A fabricação dos processadores se inicia em modernos centros tecnológicos especializados. Esses locais são tão sofisticados e de construção de valor tão elevado, que existem poucos no mundo. Nos laboratórios desses centros, uma determinada quantidade de cristal de silício é colocada em uma espécie de haste e, posteriormente, inserida em silício fundido submetido a uma pressão e a uma temperatura extremamente

alta - em torno dos 300°. A haste é então retirada e girada ao mesmo tempo. Esse processo (chamado de técnica *Czochralski*) faz com que o material que se juntou à haste forme uma espécie de cilindro (também conhecido como "*ingot*"). Seu diâmetro varia de acordo com o avanço da tecnologia, mas em geral possui entre 200 e 300 milímetros. O mesmo vale para o seu comprimento: de 1 a 2 metros. É importante frisar que esses cilindros precisam ser formados de silício puro. O processo de purificação desse material é complexo, o que encarece ainda mais a fabricação.

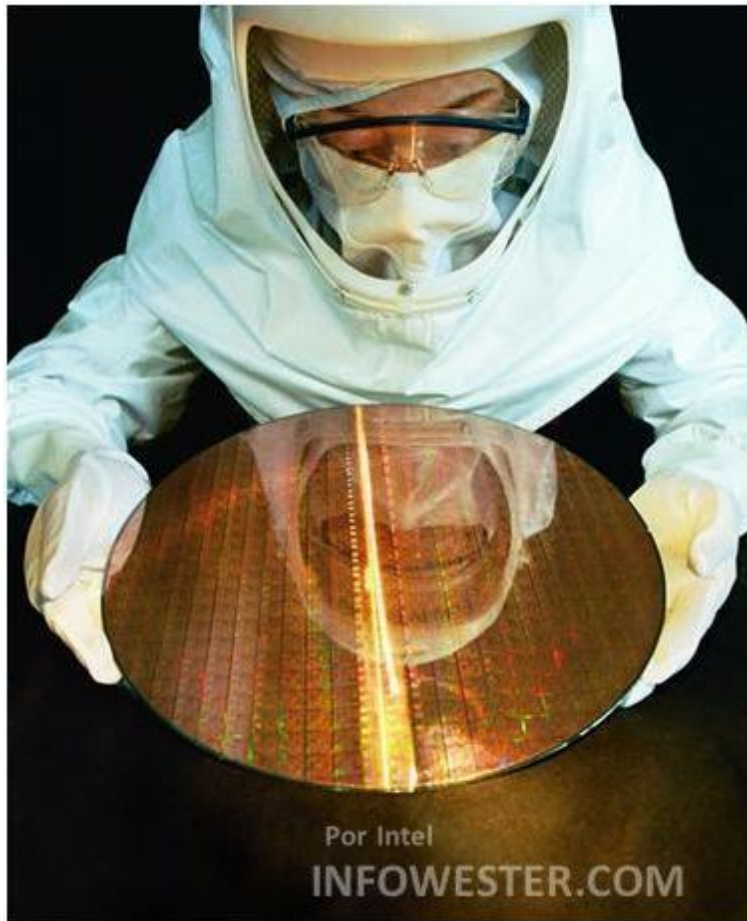


Cilindro formado por silício (ingot). Imagem por [Wikipedia](#)

Uma vez concluída essa etapa, o cilindro é "fatiado", isto é, cortado em várias partes. Cada uma dessas divisões recebe o nome de **wafer**. Cada "fatia" é polida até ficar perfeita, sem variações, manchas, diferenças de brilho ou qualquer irregularidade em sua composição. Sua espessura, geralmente é menor que 1 milímetro. Em uma etapa mais adiante, cada wafer será dividido em vários "quadrinhos" (ou "pastilhas"), que posteriormente serão separados e formarão os processadores em si.

No passo seguinte, a superfície do wafer passa por um processo de oxidação, onde a aplicação de gases - especialmente oxigênio - e temperatura elevada forma uma camada de dióxido de silício. Essa camada servirá de base para a construção de milhares e milhares de transistores, em poucas palavras, minúsculos componentes capazes de "amplificar" ou "chavear" sinais elétricos, além de outras funções relacionadas.

Na próxima etapa, os wafers passam por um processo onde recebem uma camada de material fotossensível, isto é, que reage à luz. Nessa etapa, cada um dos blocos que se transformará em processador recebe luz ultravioleta em certos pontos e em determinadas intensidades. Os pontos da camada fotossensível que reagem à luz ultravioleta se tornam mais "gelatinosos" e são posteriormente removidos, deixando expostos os respectivos pontos da camada de dióxido de silício. Com isso, tem-se pontos cobertos com camada fotossensível e pontos cobertos com dióxido de silício. Obviamente, a camada fotossensível restante tem dióxido de silício por baixo. As partes deste último que não estiverem protegidas pela camada fotossensível são então removidas através de outro procedimento. No próximo passo, a camada fotossensível é removida. O que sobra então é utilizado como estrutura para a montagem dos transistores, procedimento esse que continua sendo feito a partir de aplicação de mais materiais e exposição à luz ultravioleta.



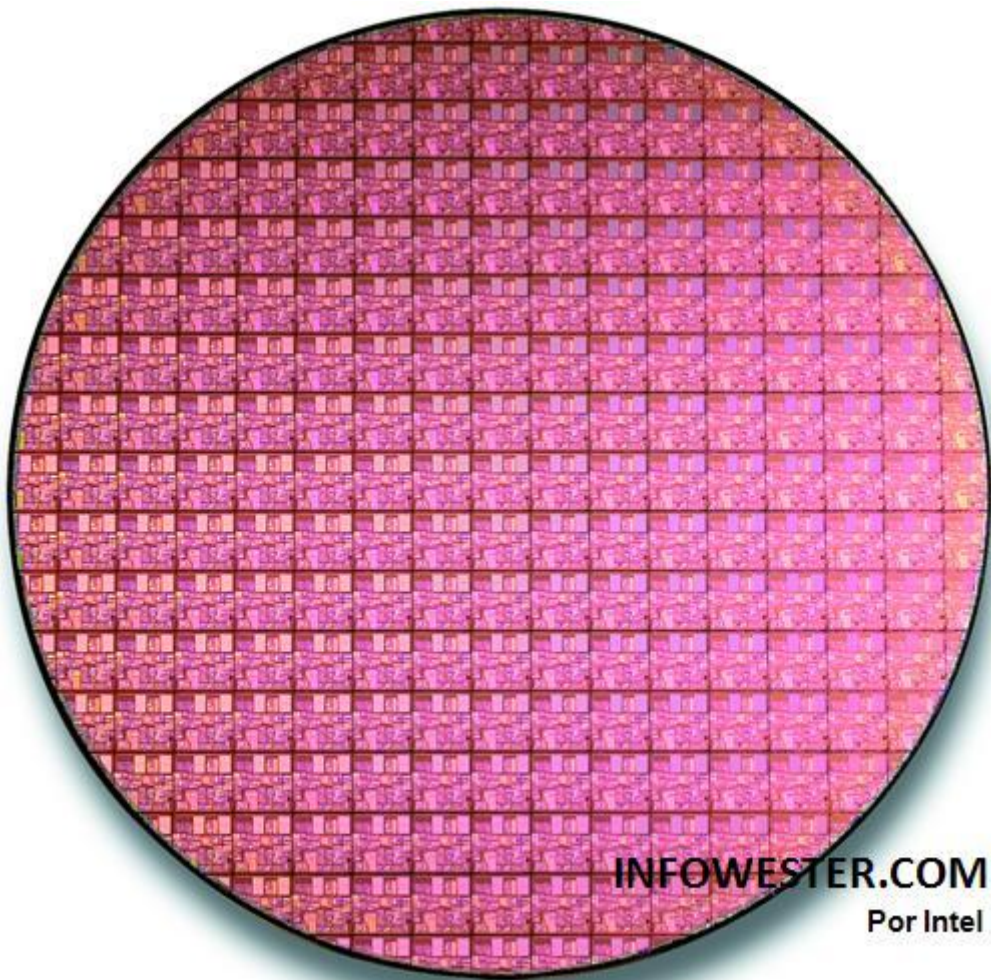
Engenheiro segurando um wafer - Imagem por [Intel](#)

Quem tem alguma experiência com fotos baseadas em filmes, provavelmente perceberá que as etapas descritas acima lembram bastante os procedimentos de revelação de fotografias. De fato, os princípios são essencialmente os mesmos.

É importante frisar que um único processador pode conter milhões de transistores. Só como exemplo, os primeiros processadores da linha Intel Core 2 Duo possuem cerca de 291 milhões de transistores em um único chip. Assim como acontece com qualquer processador, esses transistores são divididos e organizados em agrupamentos, onde cada grupo é responsável por uma função.

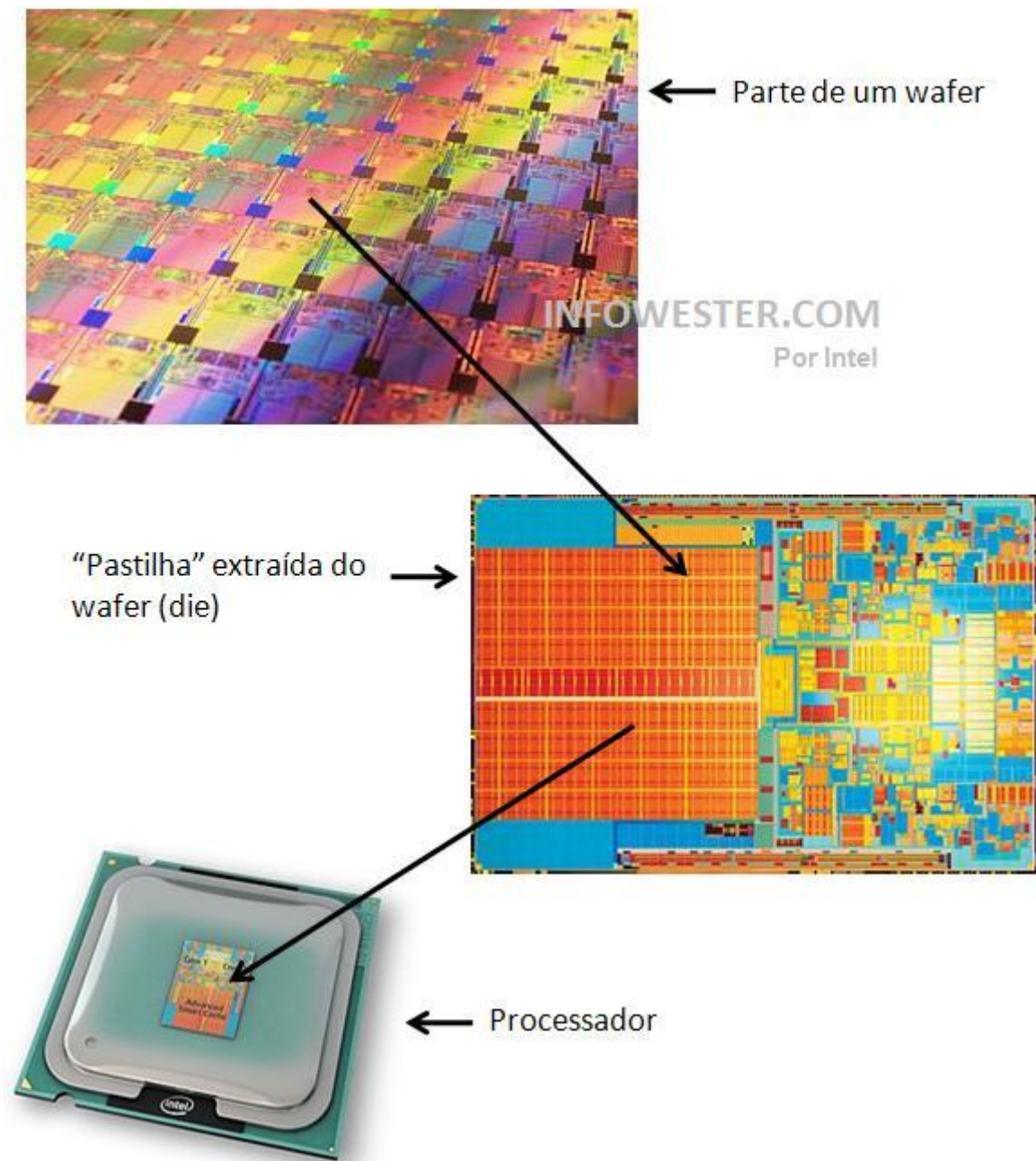
Uma vez terminada a montagem dos transistores, os wafers são "recortados" em um formato que lembra pequenos quadrados ou pastilhas. Cada unidade se transformará em um processador. Como os wafers são redondos, o que sobra da borda, obviamente, não pode virar um processador, então esse material é descartado, assim como qualquer unidade que apresentar defeito ou anormalidade.

Você pode ter se perguntado se não seria ideal fabricar wafers quadrados ou retangulares para evitar desperdício na borda. Teoricamente, seria, mas os wafers são formados por cilindros devido à técnica de fabricação explicada no início deste tópico, onde uma haste é inserida em silício e, em seguida, retirada e girada. Esse procedimento faz com que um cilindro seja constituído naturalmente.



Wafer de silício - repare que as bordas são desperdiçadas - Imagem por [Intel](#)

É importante frisar que cada wafer dá origem a centenas de processadores, portanto, todo o processo de fabricação é realizado com base em uma série de cuidados. Para começar, os laboratórios das fábricas são locais extremamente limpos e protegidos (conhecidos como "*clean room*"), tanto é que as poucas pessoas que acompanham a produção utilizam roupas que lembram astronautas (como mostra a segunda foto deste tópico). Além disso, as máquinas responsáveis pela produção precisam estar perfeitamente ajustadas para seguir as instruções dos projetos dos chips que estão sendo fabricados.



Wafer, pastilha (die), processador - Montagem baseada em imagens da [Intel](http://www.intel.com)

Diferença de clock

Quando os processadores chegam ao mercado, eles são classificados em linhas, por exemplo, Intel Core 2 Duo, AMD Phenom II e assim por diante. Cada uma dessas linhas é constituída por processadores de diversas velocidades de processamento. Como exemplo, a linha Intel Core 2 Duo possui os modelos E8400, E8500 e E8600. O que os diferencia é que o clock do primeiro é de 3 GHz, o clock do segundo é de 3,16 GHz e, por fim, o clock do terceiro é de 3,33 GHz.

Todos esses processadores são oriundos do mesmo projeto, portanto, têm a mesma arquitetura. O que torna um modelo mais rápido que o outro é que a fabricação do mais veloz foi mais perfeita que a dos modelos imediatamente inferiores. Pequenos detalhes durante todo o processo de fabricação fazem com que, dentro de um mesmo wafer, as "pastilhas" sejam ligeiramente diferentes uma das outras. Isso pode acontecer, por exemplo, em virtude de pequenos desvios nas camadas, em pequenas diferenças na passagem do feixe de luz, entre outros.

Por esse motivo, os wafers passam por testes que apontam com qual frequência cada chip pode utilizar. Apenas depois disso é que o wafer é cortado e os chips passam para a fase de encapsulamento. Esses testes também apontam quais chips deverão ser descartados por não terem condições de uso.

Miniaturização

A indústria conseguiu elevar a capacidade dos processadores ao longo do tempo sem que, para tanto, tivesse que aumentar o tamanho físico desses dispositivos. Esse feito é possível graças à **nanotecnologia**, em poucas palavras, um ramo da ciência que envolve as pesquisas que lidam com itens medidos na casa dos **nanômetros**. Para quem não sabe, um nanômetro equivale a um milionésimo de milímetro, isto é, um milímetro dividido por um milhão, e sua sigla é nm. A medida mais usada, no entanto, é o micron, que equivale a um milésimo de milímetro, ou seja, um milímetro dividido por mil.

Graças às pesquisas de nanotecnologia, é possível deixar os transistores dos chips cada vez menores. O processador Intel 486, por exemplo, tem cerca de 1 milhão de transistores, sendo que cada um deles conta com praticamente 1 micron de tamanho. Muito pequeno, não? Na verdade, é um tamanho monstruoso, se comparado aos processadores atuais. Só para você ter uma ideia, neste artigo já foi dito que os primeiros processadores da linha Intel Core 2 Duo contam com cerca de 291 milhões de transistores. Esses chips utilizam tecnologia de fabricação de 0,065 micron (ou 65 nanômetros), sendo que os mais recentes dessa linha são fabricados com 0,045 micron (45 nanômetros).

As pesquisas sobre miniaturização de chips indicam que será possível levar esse processo até a casa dos 25 nanômetros (ou um valor não muito menor que isso). Depois disso, a indústria chegará a um limite físico onde os transistores provavelmente serão formados por poucos átomos e não poderão mais ser diminuídos. É claro que pesquisas já estão em andamento para criar uma saída para esse problema. Uma delas é a "computação quântica", que muito mais que contornar os limites físicos dos processadores da "computação clássica", poderá revolucionar a computação como um todo.

Encapsulamento dos processadores

Nas etapas de encapsulamento, o processador é inserido em uma espécie de "carcaça" que o protege e contém contatos metálicos para a sua comunicação com os componentes

do computador. Cada modelo de processador pode contar com tipos de encapsulamento diferentes, que variam conforme o seu projeto. Em geral, os processadores possuem em sua parte superior uma espécie de "tampa" metálica chamada "*Integrated Heat Spreader*" (IHS), que serve para protegê-lo e, muitas vezes, para facilitar a dissipação de calor. Esse componente normalmente cobre toda a parte superior do chip e, dentro dele, no centro, fica o processador em si (também chamado de "*die*"). No entanto, em alguns modelos, o IHS não é utilizado. Nesses casos, a ausência dessa proteção pode facilitar a dispersão de calor devido ao contato direto do die com o *cooler* (ventoinha) do processador e reduzir custos de fabricação.

É importante frisar que há várias tecnologias usadas no encapsulamento dos processadores. A aplicação de cada uma varia conforme o projeto do chip. Eis os tipos principais, tendo como base tecnologias da Intel:

- **PGA:** sigla de *Pin Grid Array* (algo como "matriz de pinos"), esse é um tipo de encapsulamento que faz com que o processador utilize pinos de contato que devem ser inseridos em um encaixe adequado na placa-mãe do computador (ver soquete, logo abaixo). Seu material básico pode ser cerâmica (*Ceramic Pin Grid Array* - CPGA) ou plástico (*Plastic Pin Grid Array* - PPGA). Há também um tipo chamado *Flip Chip Pin Grid Array* (FC-PGA) onde a pastilha fica parcialmente exposto na parte superior do chip;



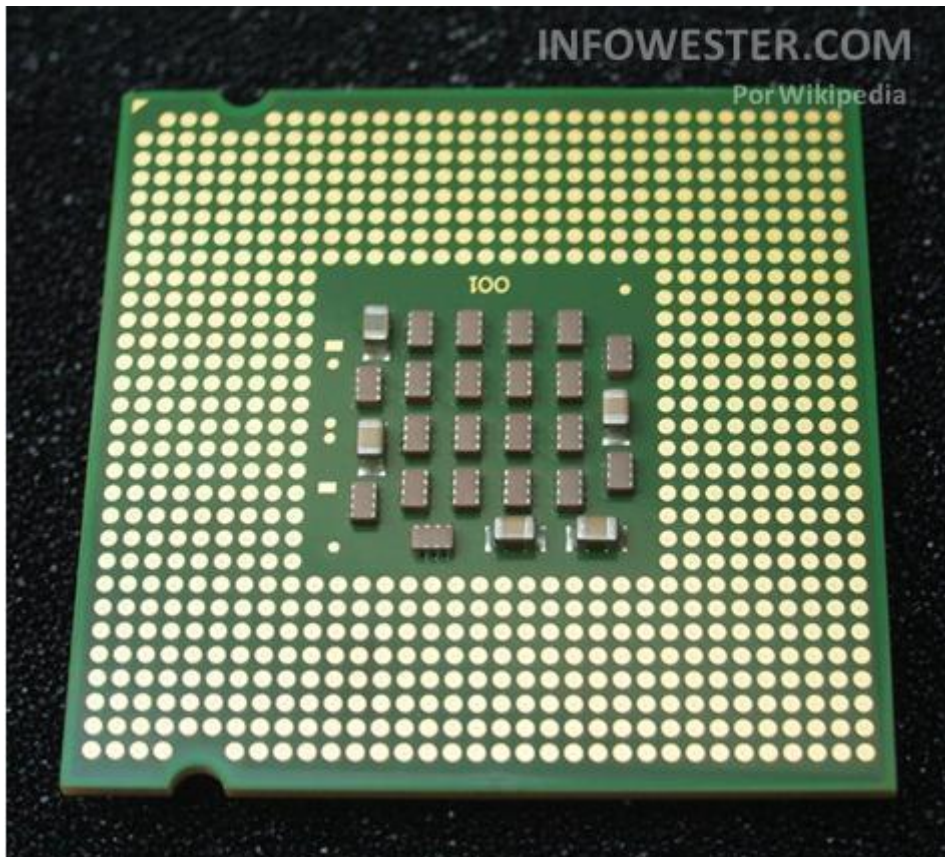
Intel Pentium 4 - Encapsulamento FC-PGA2, que é semelhante ao FC-PGA, mas conta com um IHS (não presente no FC-PGA)

- **SECC:** sigla para *Single Edge Contact Cartridge*, este tipo faz com que o processador utilize um encaixe linear (ligeiramente semelhante aos slots de memória, por exemplo) ao invés de contatos em formato de pinos. Para isso, o processador é montado dentro de uma espécie de cartucho;



Intel Pentium II - Encapsulamento SECC - Imagem por [Intel](#)

- **SEPP:** sigla para *Single Edge Processor Package*, este tipo é semelhante ao SECC, no entanto, o processador fica acoplado em uma placa que não é protegida por um cartucho;
- **LGA:** sigla para *Land Grid Array*, esse é um padrão recente da Intel. Tem alguma semelhança com os padrões PGA, tendo como principal diferença o fato de que os processadores não utilizam pinos de contato em sua parte inferior, mas sim pontos metálicos. Quando o processador é encaixado na placa-mãe, esses pontos ficam em contato com pinos existentes no soquete (lembrando que nos padrões PGA há furos ao invés de pinos no soquete). No que se refere ao LGA, a Intel utilizava (até o fechamento deste texto no InfoWester) um tipo chamado FC-LGA4 (*Flip Chip Land Grid Array*, onde o número 4 indica o número de revisão do padrão).



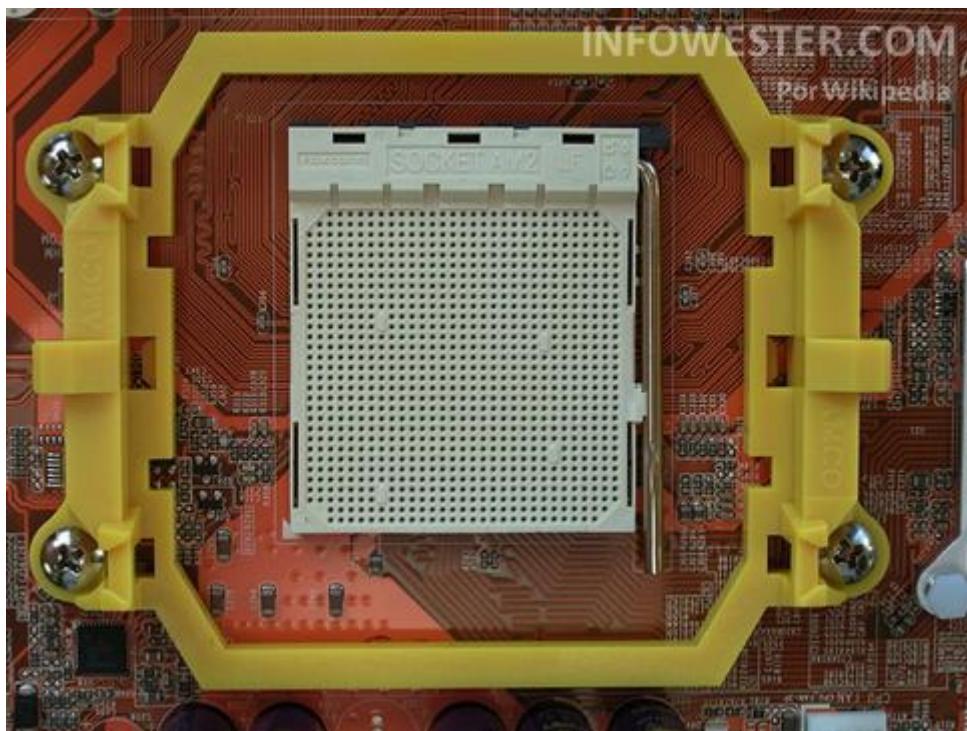
*Processador com encapsulamento FC-LGA4 -
Repare que não há pinos, somente contatos metálicos –*

Na parte inferior dos processadores com encapsulamentos nos padrões PGA e semelhantes, ficam expostos uma série de contatos metálicos que fazem a comunicação entre o processador em si e os componentes do computador. Para isso, esses contatos são encaixados em uma área apropriada na placa-mãe da máquina, chamada de **soquete** (ou *socket*). Acontece que a quantidade e a disposição desses pinos varia conforme o modelo do processador. Por exemplo, a linha Intel Core 2 Duo e alguns dos modelos mais recentes da linha Pentium 4 utilizam o soquete 775 (LGA 775):

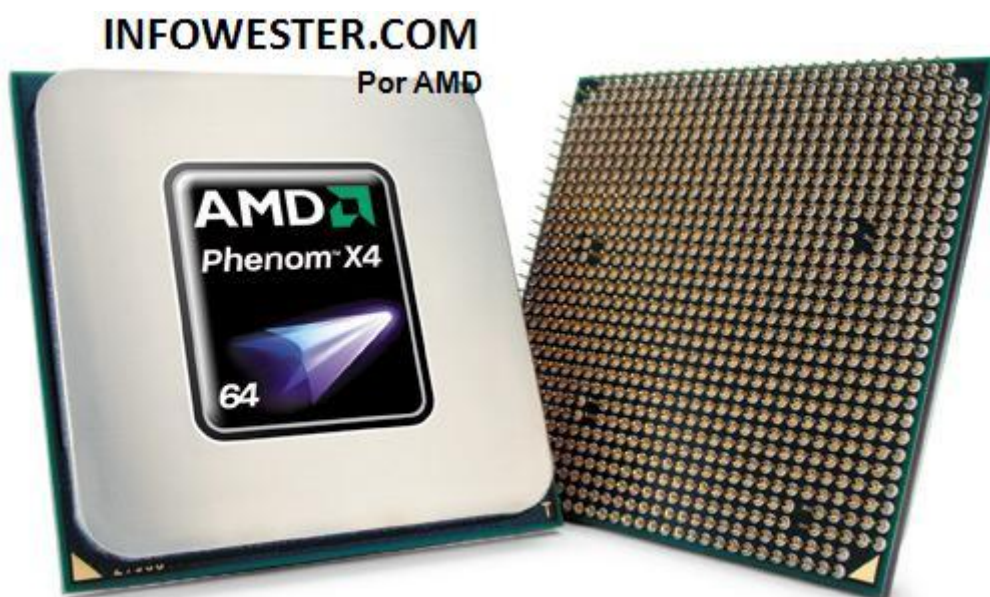


Soquete LGA 775 - Imagem por [Intel](#)

Já os processadores AMD Phenom X4 utilizam o soquete AM2+:



Soquete AM2/AM2+ - Imagem por [Wikipedia](#)



Processador Phenom X4 - Imagem por [AMD](#)

Isso deixa claro que é necessário utilizar placa-mãe e processador com o mesmo soquete no momento de montar um computador. Porém, é importante frisar que isso não é garantia de compatibilidade entre ambos. É possível, por exemplo, que uma determinada placa-mãe utilize o mesmo soquete de um processador lançado depois de sua chegada ao mercado. Apesar de ambos terem o mesmo soquete, uma incompatibilidade pode ocorrer, já que o chipset da placa-mãe pode não ter sido preparado para receber aquele processador. Por essa razão, é importante checar sempre no site do fabricante ou no manual da placa-mãe quais processadores esta suporta.

Note que a disposição de pinos (ou pontos de contato, no caso de chips com encapsulamento do tipo LGA) é feita de forma que o usuário tenha apenas uma forma de encaixar o processador na placa-mãe. Com isso, impede-se inserções erradas que possam resultar em danos ao computador. Por essa razão, se o usuário não estiver conseguindo encaixar o processador, deve evitar esforços e procurar no manual da placa-mãe a orientação correta.

Nomes-código dos núcleos

Todo processador chega ao mercado tendo um nome que permita facilmente identificá-lo, como Pentium 4, Core 2 Duo, Itanium, Athlon 64, Phenom, etc. O que pouca gente sabe é que o núcleo dos processadores recebe outra denominação antes mesmo de seu lançamento oficial: o nome-código.

A utilização de nomes-código é importante porque permite distinguir as características de arquitetura de cada chip. Mesmo dentro de uma determinada linha é possível encontrar processadores com diferenças em seu projeto. Podemos utilizar como exemplo os primeiros modelos da linha Intel Core 2 Duo, que são baseados nos núcleos de nomes Conroe e Merom. O primeiro é direcionado a desktops, enquanto que o segundo é voltado a computadores portáteis (como notebooks). Sendo assim, o Merom possui recursos que otimizam seu desempenho para exigir menos energia (por exemplo, utiliza voltagem menor e FSB reduzido, se comparado ao Conroe).

Finalizando

Os processadores são dispositivos altamente complexos, mas igualmente fascinantes. Chega a ser difícil acreditar que um chip que cabe na ponta do dedo pode realizar tantas coisas. Infelizmente, não é possível encontrar muitos documentos e imagens que detalhem os locais e as etapas da fabricação dos processadores. E não é difícil entender o motivo: esses lugares