

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GESTÃO DA TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO**

LUIZ AUGUSTO BATISTA DA SILVA

EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES

Jaú

2014

LUIZ AUGUSTO BATISTA DA SILVA

EVOLUÇÃO DOS PROCESSADORES

Monografia apresentada como exigência para conclusão do curso de Graduação em Gestão da Tecnologia da Informação pela Faculdade de Tecnologia de Jahu – FATEC – JAHU, sob orientação do **Prof. Gilmar Cação Ribeiro**.

Jaú

2014

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho primeiramente à minha mãe Maria e ao meu pai Valdomiro, que me ensinaram a ser paciente e perseverante e que me incentivaram a concluir mais esta etapa da minha trajetória. Aos meus filhos Natan, Yane e Bianca, que souberam conviver com minha ausência e sempre me apoiaram nos momentos em que o cansaço falava mais alto. A minha futura esposa Luciana, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes a encontrar soluções quando elas pareciam não existir. Você foi a pessoa que compartilhou comigo os momentos de tristezas e alegrias. Além deste trabalho, dedico todo meu amor a você. Ao professor e orientador Gilmar Cação Ribeiro que através de sua competência, organização e dedicação, tornou possível a elaboração e conclusão desta pesquisa. Aos meus amigos que estiveram comigo neste período tão gratificante. E a todos os professores que compartilharam conosco seus conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que permite que minha vida seja sempre repleta de aprendizado.

Ao professor e orientador Gilmar Cação Ribeiro, que doou seu tempo e paciência para que se efetivasse a minha pesquisa.

Agradeço a minha família e amigos por terem me apoiado e ficarem ao meu lado nas horas que eu mais precisava.

A todos os professores, por exigir de mim muito mais do que eu supunha ser capaz de fazer.

A vocês expresso o meu maior agradecimento. Muito Obrigado por tudo, pela paciência, pela amizade e pelos ensinamentos que levarei para sempre.

RESUMO

Esta pesquisa pretende mostrar o processo evolutivo dos processadores, desde sua criação até sua fabricação, como as válvulas foram utilizadas no princípio, quais os processadores responsáveis pela ascensão dos computadores pessoais e sua inclusão na indústria e também os processadores atuais, que processam dados em átomos ao invés de utilizar circuitos baseados em silício. Será exposta uma analogia entre os diversos modelos de processadores concebidos ao longo da história, o que evoluiu, porque alguns se tornaram ícones de desempenho e outros caíram no esquecimento. De que forma são construídos os processadores, como funcionam e quais recursos utilizam para se manterem compatíveis com seus precedentes. A nanotecnologia também será discutida nesta pesquisa e como ela interfere no aperfeiçoamento dos processadores e demais áreas em que seja possível sua aplicação.

Palavras-chaves: processador; processadores quânticos; nanotecnologia.

ABSTRACT

This research aims to show the evolutionary process of processors, from its creation to its manufacture, as the valves were used in the beginning, which the processors responsible for the rise of personal computers and their inclusion in the industry and also current processors that process data in atoms instead of using silicon-based circuits. Will be exposed an analogy between the various models of processors designed throughout history, which evolved because some have become performance icons and others fell by the wayside. How processors are built, how they work and what features use to stay compatible with your previous. Nanotechnology will also be discussed in this research and how it affects the improvement of processors and other areas where it is possible your application.

Key words: processor; quantum processors; nanotechnology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela	Página
Figura 1 – Válvula usada na década de 40.....	13
Figura 2 – Lingote de Silício	43
Figura 3 – Waffer de Silício	44
Figura 4 – Desenho do Transistor	46
Figura 5 – Processador AMD	47
Figura 6 – Computador Quântico	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 PROCESSADORES	11
2.1 Processador 286	14
2.2 Processador 386	15
2.3 Processador 486	16
2.4 Processador Pentium	17
2.5 Processador Pentium Pro	18
2.6 Processador Pentium II	19
2.7 Processador Pentium III	20
2.8 Processador Pentium IV	20
2.9 Processador Celeron	21
2.10 Processador XEON	22
2.11 Processador Core Duo	23
2.12 Processador Quad Core	26
2.13 Processador Core i3	27
2.14 Processador Core i5	28
2.15 Processador Core i7	31
3 DIFERENÇAS ENTRE PROCESSADORES	33
3.1 Plataformas utilizadas nos processadores	33
3.2 Comparações	34
3.3 8086 x 8088	35
3.4 8086 x 286	35
3.5 286 x 386	36
3.6 386 x 486	37
3.7 486 X Pentium	38
3.8 AMD x Cyrix	38
3.9 Pentium MMX x Clássico	39
3.10 AMD x Pentium MMX	39
4 CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS PROCESSADORES	40
4.1 Como Funciona o Processador	41
4.2 Como são Fabricados os Processadores	41
5 NANOTECNOLOGIA	47
5.1 Nanotecnologia nos processadores	48
5.2 Nanotecnologia no Brasil	50
6 PROCESSADORES QUÂNTICOS	51
6.1 Como funcionam os processadores quânticos	53
7 TENDÊNCIAS	54
8 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo desta pesquisa é mostrar o avanço tecnológico dos processadores e seus impactos no mundo computacional, o constante desenvolvimento da miniaturização de componentes que transformou grandes e ineficientes válvulas em minúsculos e poderosos transistores, a importância da nanotecnologia nos dias de hoje e as tendências futuras, como funcionam e qual o poder de um processador quântico que utiliza átomos para armazenar e processar dados.

Será mostrado como são construídos e quais as arquiteturas adotadas nos processadores produzidos pela Intel, desde os primeiros modelos até os mais recentes lançamentos, visando ampliar o conhecimento pouco disseminado sobre os processadores, sua importância cada vez maior e o impacto irreversível no mundo atual, apresentar e discutir as tendências que foram seguidas no decorrer da evolução computacional, desde os primórdios até os processadores quânticos, que hoje são realidade embora ainda não tão acessível.

Segundo Murphy, a capacidade dos processadores deveria dobrar a cada ano, isto não ocorreu, a não ser entre um modelo e outro, provavelmente a evolução dos processadores foi a obra tecnológica que mais se desenvolveu em toda a história da humanidade. A eficiência dos processadores cresceu de forma inimaginável, beneficiando diversas áreas. Não foram somente as empresas que enxergaram o quanto se pode aumentar e melhorar seus processos produtivos. A tecnologia vem sendo utilizada em todas as áreas do conhecimento humano, proporcionado através da miniaturização dos componentes ou nanotecnologia.

Segundo o dicionário Michaelis, “Nanômetro” é “Submúltiplo do metro, igual a 10^{-9}m ” é um bilionésimo de metro da mesma forma que um milésimo de metro

chama-se "milímetro". "Nano" é um prefixo que vem do grego antigo e significa "anão".

Assim sendo, o motivo a que se deve tamanha evolução pode ser descrito em apenas uma palavra: miniaturização. A partir daí foi possível criar os circuitos integrados e microchips com os quais são produzidos processadores, que se tornaram mais econômicos, estáveis e rápidos, por operarem com frequências cada vez mais altas graças ao número cada vez maior de transistores que os compõem. Para ter noção quanto à evolução da arquitetura dos processadores, o modelo 8088 possuía 29.000 transistores, enquanto o Pentium 4 contava com 35.000.000 de transistores.

A chegada desta tecnologia trouxe consigo inúmeras alternativas para a criação de novos produtos e soluções nos mais diversos segmentos. É incessante a busca de inovações tecnológicas que possam aumentar o poder dos processadores e diminuir ainda mais o seu tamanho, para que se possa aprimorar o seu uso em estruturas mecânicas minúsculas, como as utilizadas na medicina.

Com o intuito de desenvolver este estudo, no primeiro capítulo será exibido o conceito dos processadores desde o modelo Intel 8088 até os modelos atuais, descrevendo o perfil da evolução em um período de tempo relativamente curto, mas que revolucionou o uso de equipamentos domésticos, industriais e de computadores de pequeno e grande porte e utilizados para diversas aplicações, desde o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator Analyzer and Computer*), que em sua construção utilizou 17,468 válvulas que o tornavam capaz de realizar o processamento de 5.000 adições, 357 multiplicações e 38 divisões por segundo até o Intel Xeon MP lançado em março de 2005, o último membro da família Intel de processadores que ainda não tinha uma versão de 64 bits. Voltado para a utilização em servidores

multiprocessados conta com 4 ou mais núcleos de processamento, constituído a partir da arquitetura do Intel Pentium 4. O segundo capítulo expõe as principais diferenças entre os processadores estudados, o que os tornam mais ágeis, qual a principal aplicação de cada modelo e quais as diferenças entre eles. Como estão sendo adaptados os aplicativos para obterem maior desempenho dos novos processadores e o motivo que fez com que alguns deles caíssem em desuso em um curto período de tempo, dando lugar para outros modelos mais poderosos. Em seguida, será mostrado de que forma é construído um processador atualmente, a começar pela fabricação do chip que é constituído por fatias muito finas confeccionadas a partir de um cilindro de silício, de 20 a 30 centímetros de diâmetro, combinado a outros elementos químicos até o encapsulamento do chip, finalizando o processo de fabricação do processador. Como funcionam os processadores e os aspectos que definem sua performance e que características que indicam a sua compatibilidade e escalabilidade com periféricos atuais ou obsoletos. A nanotecnologia será também será abordada, para descrever os meios utilizados na criação dos processadores quânticos.

A nanotecnologia é extremamente importante para o Brasil, por que a indústria brasileira terá de competir internacionalmente com novos produtos para que a economia do país se recupere e retome o crescimento econômico. Esta competição somente será bem sucedida com produtos e processos inovadores, que se comparem aos melhores que a indústria internacional oferece. (SILVA, 2005, p.2).

O terceiro capítulo desta pesquisa mostra as pesquisas realizadas para construção de processadores quânticos. A situação atual semelhante ao da década de 50, quando apareceram os transistores. Não havia grandes expectativas quanto a inovações que pudessem satisfazer o mercado já estagnado das válvulas. A miniaturização de componentes avançava a passos largos, mesmo assim poucos consideravam que os transistores pudessem suceder as válvulas. Uma década se

passou para que este fato se concretizasse. Apesar de existirem outras possibilidades plausíveis a serem exploradas, a que mais se aproxima da nossa realidade parece ser a dos computadores quânticos. Por quais motivos usar transistores e filamentos, se é possível utilizar átomos. Um átomo é incomparavelmente menor que um transistor e segue a tendência de que a miniaturização é o caminho mais lógico para a evolução.

Para finalizar, serão descritas as tendências, quais as novidades tecnológicas no mundo, onde os processadores estão sendo utilizados e quais as novas descobertas científicas. Em uma reflexão livre, indagam-se quais novidades surgirão nas próximas décadas. Como as novas tendências irão influenciar e modificar a vida das pessoas, como o mercado reagirá diante da informatização constante dos processos chamados manuais e como será o processo de adaptação da humanidade perante estes avanços tecnológicos. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2 PROCESSADORES

O processador é o componente mais importante do computador, é denominado o "cérebro" da máquina. Além de comandar outros elementos do micro, permite com que ele possa executar funções como cálculos matemáticos, manipulação e armazenamento de dados e a elaboração de textos e planilhas. Para realizar essas tarefas, o processador transforma as informações que circulam no computador, sejam elas letras, números ou blocos de instruções em zeros e uns, utilizando um sistema conhecido como binário. O melhor desempenho das funções que ele pode realizar depende do quão sofisticado é o processador.

Antes de iniciar o assunto sobre processadores, uma breve descrição da evolução dos computadores será vista, assim, pode se entender melhor a ascensão dos processadores em um período de tempo tão curto. No século XIX já se conheciam alguns computadores, mecânicos, que funcionavam por meio de manivelas e engrenagens, que os permitiam efetuar cálculos, sistema este amplamente encontrado em caixas registradoras da época.

Em meados do século XX, dispositivos eletromecânicos começam a ser utilizados, conhecidos como relês, formados por um eletroímã móvel que através de pulsos elétricos une dois contatos metálicos, usados principalmente em centrais telefônicas. O tamanho excessivo, o custo alto, a morosidade, os relês demoram um tempo considerável para fechar um circuito, o que inviabilizou a aplicação destes equipamentos. Eis que surgem os primeiros computadores eletrônicos, em meados da década de 40, empregando válvulas no seu funcionamento, concebidos para fins militares, codificando e decodificando mensagens e realizando cálculos de artilharia, fundamentado no princípio termiônico e no fluxo de elétrons no vácuo. Estes computadores tinham alto custo, consumo excessivo de eletricidade e aquecimento demasiado. O mais conhecido foi o ENIAC, que era tão grande que tinha de ser disposto em U com três painéis sobre rodas, para que os operadores pudessem se mover em torno dele e foi projetado para realizar vários tipos de cálculos.

O ENIAC era programado através de milhares de interruptores, podendo cada um dele assumir o valor 1 ou 0 consoante o interruptor estava ligado ou desligado. Para programá-lo era necessária uma grande quantidade de pessoas que percorriam as longas filas de interruptores dando ao ENIAC as instruções necessárias para computar, ou seja, calcular. Existia uma equipe de 80 mulheres na Universidade da Pensilvânia cuja função era calcular manualmente as equações

diferenciais necessárias para os cálculos de balística. O exército chamava a função destas pessoas: computadores. A cada novo cálculo, era preciso reprogramar várias destas chaves e o resultado era dado de forma binária através de um conjunto de luzes.

FIGURA 1 – Válvula



Fonte: Morimoto (2010)

Embora as válvulas fossem muito complexas, pesquisas eram realizadas incessantemente para que houvesse um aperfeiçoamento significativo, no entanto, foram sendo descobertas outras alternativas. Em 1947 surgiu o primeiro projeto de um transistor, construído a partir de um bloco de germânio, um semicondutor muito estudado na época e filamentos de ouro. Um filamento era o pólo negativo, o outro, o positivo, enquanto o terceiro filamento agia como controle. Consequentemente, utilizava uma fração da eletricidade consumida pela válvula e era muito mais rápido, fatores estes que tornaram o transistor muito mais viável. No decorrer da década de 50, os transistores foram sendo aprimorados e substituíram de vez as complexas válvulas.

Um grande salto na sua evolução se deu em decorrência da substituição do germânio pelo silício, o que possibilitou a miniaturização e a redução do custo destes componentes. Através deles foram concebidos os primeiros computadores pessoais na década de 70. O primeiro microprocessador, o 4004, foi lançado pela Intel, em 1971, bastante limitado, operava a velocidade de 1 MHz e processava apenas 4 bits por vez.

Um processador 4004 necessitava de 10 ciclos para processar cada instrução, ou seja, processava apenas 100.000 instruções por segundo. Algum tempo depois, a Intel apresentou um novo modelo de processador que imperou durante muitos anos, o 8080, um processador de 8 bits que trabalhava a 2 MHz.

O clock é uma maneira de mostrar o número de instruções que serão executadas a cada segundo (ciclo). É mensurada em Hz (sendo que KHz corresponde a mil ciclos, MHz corresponde a 1000 KHz e GHz corresponde a 1000 MHz. Instruções mais complexas podem precisar de vários ciclos para serem executadas, enquanto outras, uma ciclo só (<http://www.infowester.com/processadores2.php>, 15.05.2013).

2.1 Processador 286

Na década de 80, a IBM lançou o primeiro PC (*Personal Computer*), que não contavam com disco rígido, possuíam 2 unidades de disquete e sua memória era de apenas 64 KB mas que era capaz de executar a maioria dos programas da época.

Bit ("b" - simplificação para dígito binário, "BInary digiT" em inglês) – é a menor unidade de informação que um computador pode processar. Corresponde a um pulso elétrico, que se existente, tem valor 1 e se não existir, tem valor 0. Esta combinação é conhecida como código binário (0-1) usada na Computação e na

Teoria da Informação. Um bit pode assumir somente 2 valores, por exemplo: 0 ou 1, falso ou verdadeiro respectivamente. Embora os computadores tenham instruções (ou comandos) que possam testar e manipular bits, geralmente são idealizados para armazenar instruções em múltiplos de bits, chamados bytes. No princípio, byte tinha tamanho variável, mas atualmente tem oito bits. Bytes de oito bits também são chamados de octetos. Existem também termos para referir-se a múltiplos de bits usando padrões prefixados, como quilobit (kb), megabit (Mb), gigabit (Gb) e Terabit (Tb).

Seguindo a arquitetura deste modelo surgiu a segunda geração de processadores sendo o processador 286 o seu único exemplar. Este processador superou, e muito, os processadores da primeira geração, trazendo inovações significativas.

Observa-se que a notação para bit utiliza um "b" minúsculo, em oposição à notação para byte que utiliza um "B" maiúsculo (kB, MB, GB, TB). São descritos também como Byte (B) - conjunto de 8bits; representa um caractere. Kilobyte (KB) - conjunto de 1024 Bytes. Megabyte (MB) - conjunto de 1024 KB ou 1 048 576 Bytes. Gigabyte (GB) - conjunto de 1024 MB ou 1 048 576 KB ou 1 073 741 824 Bytes. (<http://www.vas-y.com/dicas/curso/hardware/salto.htm>, 20.05.2013).

2.2 Processador 386

Em outubro de 1985 a Intel lançou o 386, que marcou o início de uma nova era, trazendo a primeira versão da arquitetura de 32 bits que é basicamente a mesma usada atualmente. Além de utilizar um barramento de 32 bits (resultando em um alto desempenho no acesso à memória e a possibilidade de empregar barramentos mais rápidos que o ISA), o 386 adotou o uso de endereçamento de 32 bits para acesso à memória, tornando possível acessar até 4 GB, mesmo sem usar a

segmentação de endereços, como no caso 8088. Assim como o 286, o 386 continua possuindo os dois modos de operação. A diferença é que no 386 é possível alternar entre o modo real e o modo protegido livremente. Isso fez toda a diferença, já que aplicativos que utilizavam a plataforma MS-DOS passaram a poder chavear o processador para o modo protegido e voltarem ao modo real sempre que fosse necessário usar alguma sub-rotina do BIOS ou do MS-DOS, de maneira rápida e inteiramente transparente.

Foi a partir daqui que começaram a aparecer os sistemas operacionais multitarefa, habilidade para poder executar vários programas em separado. Os sistemas operacionais gráficos só se tornaram possíveis com este novo recurso do processador 386. (ROSH, Winn L., 2014).

2.3 Processador 486

O Intel i486dx4 (também chamados 486 ou 80486 ou Four Eight Six) são uma família de microprocessadores CISC da Intel que fazem parte da família de processadores x86. Seu predecessor foi o processador 386. Foi nomeado sem o prefixo usual "80" porque uma corte de justiça vetou a patente de um simples número (como 80486) e então a CISS abandonou completamente a nomenclatura baseada somente em números a partir do seu sucessor, o processador Pentium.

Do ponto de vista do software, o conjunto de instruções da família i486 é similar ao do seu predecessor, com a adição de umas poucas instruções extras. Entretanto, do ponto de vista do hardware, a arquitetura do i486 é um grande avanço. Ele vem com um cache de dados e instruções no chip, uma unidade de ponto flutuante (FPU) adicional, pela primeira vez dentro do chip (os modelos DX), e

uma unidade de interface de barramento aprimorada. Em adição a isso, o núcleo do processador pode sustentar a taxa de execução de uma instrução por ciclo de clock. Esses avanços dobraram o desempenho bruto em relação a um 386 de mesmo clock. Entretanto, alguns modelos do i486 são mais lentos que os mais rápidos 386, especialmente os "SX". Uma versão de 25 MHz foi introduzida em abril de 1989, uma de 33 MHz em maio de 1990 e uma de 50 MHz em junho de 1991. (ROSH, Winn L., 2014).

2.4 Processador Pentium

O Pentium é a quinta geração da arquitetura x86 de microprocessadores criada pela Intel, em 22 de Março de 1993. Foi o sucessor da linha 486. Ele seria originalmente denominado 80586, ou i586, mas como números não podem ser registrados o nome foi alterado para Pentium (presumivelmente pelo fato da raiz grega "pent-" significar "cinco"). O termo i586, entretanto, é usado em programação para se referir a todos os primeiros processadores Pentium (e aos similares fabricados pelos competidores da Intel). Ele contava com vários clocks internos diferentes e chegou a 200 MHz, possuía cache interno, um banco de memória pequeno, porém rápido, que armazena o conteúdo das últimas posições de memória solicitadas pelo processador. Sendo assim, primeiro o processador consulta o cache e se o conteúdo necessário já estiver na posição adequada, não será necessário esperar que ele seja transferido da memória. Na realidade, um processador Pentium é constituído por dois processadores 486 em um só com um algoritmo de processamento paralelo. Algumas instruções foram associadas, mas é a melhora de desempenho que destaca o Pentium em relação aos antecessores, a partir dele foi

usado, nos processadores da família Intel, o recurso do paralelismo. Assim, todas as operações possíveis são desmembradas em operações elementares e executadas por partes. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2.5 Processador Pentium Pro

O Pentium Pro é foi introduzido no mercado em 1995 com o intuito de ser um processador voltado ao mercado de alto desempenho e não um concorrente direto do Pentium original trazendo alterações inéditas na arquitetura de processamento sendo o primeiro processador a possuir um núcleo RISC, alterando radicalmente a forma como as instruções são executadas e aumentando em aproximadamente 50% sua performance em relação a um Pentium de mesmo clock. Ele tem a capacidade de monitorar 20 a 30 instruções no software, antecipando-as, analisando quais instruções são dependentes de cada resultado, criando uma lista otimizada dessas instruções. Baseadas nestas informações, as instruções são carregadas de uma forma lógica, permitindo que ele realize três instruções em um único ciclo, agilizando o trabalho em sistemas que utilizam processamento paralelo. Foi desenvolvido para competir no mercado de máquinas de alto desempenho (estações de trabalho e servidores), onde o principal atrativo era o suporte a multiprocessamento, podendo haver até quatro processadores Pentium Pro em uma mesma placa mãe, utilizando processamento paralelo. Foi também o primeiro processador a utilizar cache L2 integrado (no mesmo encapsulamento, mas não no mesmo die, existia um die principal onde era localizado o processador e um segundo die para o cache L2), operando à mesma frequência do processador, que teve versões de 166, 180 e 200 Mhz. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2.6 Processador Pentium II

Pentium II é um microprocessador x86 introduzido no mercado em Maio de 1997. Com o aumento significativo da concorrência (Caracterizadas pela AMD, Cyrix e IDT), a Intel usou a arquitetura do Pentium Pro ("P6") também nos processadores desktops, assim criando um novo modelo. A primeira mudança relativa ao Pentium MMX (O antecessor, fruto da arquitetura P5) é o novo formato de cartucho, semelhante ao de vídeo game, conhecido como SECC. No interior do invólucro plástico há o composto de cerâmica (DIE) e o cache L2 distribuído em chips SRAM auxiliares. Com a estrutura de um processador P6, o núcleo foi radicalmente modificado. O comprimento das pipelines executivas foi aumentado para 10 etapas, em contraste às cinco presentes nas pipelines do Pentium MMX, o que permitiu o aumento da frequência de operação. A unidade de ponto flutuante (FPU) também foi reformulada, garantindo assim um desempenho em aplicações gráficas e jogos bem melhor que em seu antecessor.

Utilizando o cache L2 na placa-mãe, o clock de comunicação é o mesmo do barramento da placa-mãe, ou seja, 66.8 MHz. A solução foi incrementar o cache L2 no encapsulamento do processador, mas não no núcleo, já que em quantidades acima de 128KB (Pouco cache para um top-de-linha da época) apresentava muitos erros de fabricação com a tecnologia da época. A solução foi colocar o cache L2 fora do composto de cerâmica e fazê-lo operar à metade do clock do núcleo. Portanto, se um Pentium II opera a 450 MHz, o cache L2 estará operando à aproximadamente 225 MHz. No início, este processador utilizava a arquitetura de 0.35 micra, apelidado de "Klamath" que durou até o Pentium II de 333 MHz. Essa arquitetura também se comunicava com a placa-mãe a 66.8 MHz. Os processadores desta linha emulam

um driver de forma que o escalonador de processos não perca a CPU. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2.7 Processador Pentium III

O Pentium III é um microprocessador de sexta geração fabricado pela Intel, tendo a mesma arquitetura do Pentium Pro e concorria com o Athlon da AMD. As primeiras versões eram muito parecidas com o Pentium II, embora com instruções SSE. Igualmente com o que aconteceu com Pentium II, existia uma versão Celeron "low-end" e um Xeon com a mesma arquitetura. Foi substituído pelo Pentium 4 que teve a missão de aumentar a frequência do processador mas depois serviu de base para a arquitetura Core. A primeira versão usava um processo de fabricação de 250 nm, utilizava o Slot 1 e continha instruções SSE (*Streaming SIMD Extensions*) que era um conjunto de 70 novas instruções. Além disto, utilizava arquitetura com dois barramentos independentes (*DIB*) (*Dual Independent Bus Architecture*).

Quando o processador trabalha com a memória, ele faz uso de um "barramento de endereços" (também chamado de "clock externo"), pois é através de um "endereço" que o processador localizará os dados que precisa e que estão armazenados na memória do computador. (<http://www.infowester.com/processadores2.php>, 08.09.2014).

2.8 Processador Pentium IV

O Pentium 4 é a quinta geração de microprocessadores com arquitetura x86 fabricados pela Intel), é o primeiro CPU totalmente redesenhado desde o Pentium Pro de 1995. Ao contrário do Pentium II, o Pentium III, e os vários Celerons. Foi criado do zero, sem utilizar a arquitetura de outros modelos. Uma das características

da micro arquitetura NetBurst era seu pipeline longo, desenhado com a intenção de permitir frequências elevadas. Trouxe consigo a instrução SSE2 com um integrador SIMD mais rápido, e cálculo de pontos flutuantes em 64-bit. O modelo do Pentium 4 socket 423 foi lançado em novembro de 2000, nas versões 1.3 a 2.0 GHz. Mesmo com estas mudanças, o Pentium 4 não melhorou em relação ao antigo projeto do P3 em qualquer uma das duas medidas chave de desempenho normal: velocidade de processamento de inteiros ou no desempenho de pontos flutuantes: pelo contrário, sacrificou o desempenho por-ciclo a fim de ganhar duas coisas: velocidades de clock muito elevados e desempenho de SSE.

Como é tradicional na Intel, o P4 vem também em uma versão Celeron de gama baixa (frequentemente referida como Celeron 4) e uma versão topo de gama Xeon recomendada para configurações de SMP. O Pentium 4 executa menos trabalho por ciclo do que outros microprocessadores (tais como o Athlon ou o velho Pentium III), mas o objetivo do projeto original foi cumprido - sacrificando as instruções por ciclo de pulsos de disparo (*clock*) a fim de conseguir um número maior de ciclos por segundo (isto é, uma frequência maior ou velocidade de clock). (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2.9 Processador Celeron

A linha Celeron foi desenvolvida para ser o processador mais simples da Intel, mantendo uma boa relação custo/benefício. Muitas características são semelhantes no Pentium IV e no Celeron. As unidades lógicas aritméticas (*ULA*) trabalham no dobro da frequência do núcleo do processador. O conjunto instruções deste processador agiliza a operação de aplicações que tenham sido compiladas usando

estas instruções. Algumas aplicações se beneficiaram dessas instruções como na codificação de vídeo, sincronização de threads e conversão de números de ponto flutuante em inteiros. As instruções SSE3 utilizam o conceito SIMD (Simple Instruction, Multiple Data), que foi introduzido com as instruções MMX: uma só instrução substitui tarefas que antes necessitariam de várias instruções para serem efetuadas. (TORRES, Gabriel, 2013).

2.10 Processador XEON

O Xeon consiste em uma série de processadores Intel para servidores. Os modelos mais antigos adicionaram o nome Xeon ao nome dos processadores mais conhecidos, os modelos mais recentes acabaram de usar o nome Xeon sozinho. Geralmente os chips de Xeon têm mais cache e são os únicos processadores que suportam multiprocessamento, isto é, 2 ou mais processadores na mesma placa-mãe, tornando-se capaz de multiprocessar tarefas multi-block. Fazendo com que parte de suas cargas processem uma parte do arquivo, e a outra processa arquivos em geral.

A Intel desenvolveu uma série de processadores de alto desempenho para servidores e desktops, elevando o nível de integração e inteligência dos computadores. A nova família de processadores Intel Core™ i5, Intel Core™ i7 e o processador Intel® Xeon série 3400 trazem a mais nova micro-arquitetura Nehalem da Intel para o mercado de desktop e servidores de entrada. Novos Processadores Intel® Core™ para consumidores - Anteriormente conhecidos pelo codinome “Lynnfield”, esses novos chips são baseados na arquitetura Nehalem da Intel e foram desenvolvidos para os consumidores que requerem todo desempenho

possível para mídia digital, produtividade, jogos e outros aplicativos pesados. Esses processadores, em conjunto com o chipset Intel P55 express, já estão disponíveis.

Todos os processadores são livres de chumbo e materiais halógenos e contam com a exclusiva tecnologia Intel® Turbo Boost. Os processadores Core i7 top de linha também oferecem suporte para a Tecnologia Intel® Hyper-Threading. A Intel lançou também o Xeon de duplo núcleos, O primeiro processador Xeon de dois núcleo trabalha a uma velocidade de 2,8 GHz, tem um bus a 800 MHz, 2 MB de cache de nível 2 e suporta o chipset E7520. Foram lançados também o Xeon quad-core L5420 e L5410, que são 25% mais eficientes e tem o cache 50% maior que o antigo e trabalham com baixo consumo de energia em aplicativos empresariais. (TORRES, Gabriel, 2013).

2.11 Processador Core Duo

O Core Duo (conhecido anteriormente pelo nome-código Yonah) foi o primeiro processador da Intel voltado para o mercado de notebooks a ter tecnologia de dois núcleos, isto é, dentro dele há dois processadores completos. Curiosamente este foi também o primeiro processador da Intel adotado pela Apple. Cuidado para não confundir o processador Core Duo com o Core 2 Duo. O Core Duo é o nome comercial para um Pentium M com dois núcleos de processamento construído com tecnologia de 65 nm. Já o Core 2 Duo é o nome comercial para o processador de nome-código Merom (para notebooks) ou Conroe (para desktops), que utiliza a nova microarquitetura Core da Intel, que é a mesma microarquitetura usada pelo Pentium M porém com novos recursos.

Na realidade este processador é um Pentium M com dois núcleos de processamento e construído com tecnologia de 65 nm (lembrando que o Pentium M é atualmente construído com tecnologia de 90 nm). Apesar de ter dois núcleos de processamento dentro de um único processador, o tamanho do núcleo do Core Duo é praticamente o mesmo do Pentium M (núcleo Dothan). Isto significa que o custo para a Intel produzir um Core Duo é quase o mesmo para produzir um Pentium M, que tem apenas um único núcleo. O Core Duo tem 151,6 milhões de transistores ocupando uma área de 90,3 mm², enquanto o Pentium M com núcleo Dothan possui 140 milhões de transistores ocupando uma área de 87,66 mm². Lembre-se que o Core Duo é construído com tecnologia de 65 nm, enquanto que o Pentium M é construído com tecnologia de 90 nm. O cache de memória L2 do Core Duo é de 2 MB compartilhado entre os núcleos (a Intel chama esta implementação de cache L2 compartilhado de “Smart Cache”, ou “cache inteligente”).

No Pentium D 840, por exemplo, que é um processador de núcleo duplo, o tamanho do seu cache L2 é de 2 MB, sendo 1 MB destinado para cada núcleo. Ou seja, no Pentium D existem dois cache L2 de 1 MB, um por núcleo. Já no Core Duo, existe apenas um cache L2 de 2 MB que é compartilhado entre os dois núcleos. A propósito, o Core 2 Duo usa esta mesma arquitetura introduzida no Core Duo. Com o cache compartilhado, a quantidade de memória cache que cada núcleo utiliza não é fixa. Com um cache L2 de 2 MB, em um dado momento um núcleo pode estar usando 1,5 MB de cache e o outro 512 KB (0,5 MB), por exemplo. Se em um processador de núcleo duplo com cache separado o cache L2 de um núcleo “acabe” (isto é, seu 1 MB está sendo totalmente usado), ele precisa ir à lenta memória RAM buscar os dados, diminuindo o desempenho do sistema. No caso do cache compartilhado, cada núcleo pode simplesmente “redimensionar” o seu cache L2.

Outra vantagem do cache L2 compartilhado é que se um núcleo buscou um dado ou uma instrução e a armazenou no cache L2, esta mesma informação pode ser aproveitada pelo outro núcleo. Em processadores de núcleo duplo com memórias cache separadas o segundo núcleo teria de acessar este dado (ou instrução) através do barramento local do processador, isto é, “pelo lado de fora” do processador, usando o clock do barramento local, que é muito inferior ao clock interno do processador, diminuindo o desempenho do sistema.

As principais características do Core Duo são as seguintes: Tecnologia de núcleo duplo, Nome-código: Yonah, Possui 151,6 milhões de transistores ocupando uma área de 90,3 mm², 32 KB de cache L1 de instruções e 32 KB de cache L1 de dados, 2 MB de cache L2 compartilhado entre os dois núcleos, Soquete 478 ou 479, Tecnologia de 65 nm. Barramento externo de 667 MHz (166 MHz transferindo quatro dados por pulso de clock) ou 533 MHz (133 MHz transferindo quatro dados por pulso de clock). Tecnologia de Virtualização, Tecnologia Execute Disable, Tecnologia Enhanced SpeedStep, que permite que o processador reduza o seu clock interno em momentos de ociosidade de modo a economizar bateria Suporte às instruções SSE3.

O Core Solo é a versão do Core Duo com apenas um núcleo de processamento. Ele mantém as outras especificações técnicas do Core Duo, como cache de memória L2 de 2 MB, tecnologia de 65 nm, tecnologia de Virtualização, tecnologia Execute Disable, tecnologia Enhanced SpeedStep, suporte às instruções SSE3 e barramento externo de 533 ou 667 MHz. O Core Duo e o Core Solo fazem parte da plataforma Centrino. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

2.12 Processador Quad Core

Um processador quad-core é um processador de possui quatro núcleos dentro do mesmo CPU. Por padrão, processadores organizam suas atividades em filas de processamento ou threads, e quanto mais núcleos um processador tiver, mais filas ele terá a disposição, o que torna o processamento muito mais rápido. Em questão de desempenho, a vantagem de um processador ter mais núcleos é imediata. Quanto mais threads um processador tiver, significa que um processo demorado pode ser repartido em quatro partes iguais, no caso de um processador quad-core, e ser processado rapidamente.

A multiplicação dos núcleos dos computadores foi uma solução encontrada pelas fabricantes de processadores para evitar a estagnação do poder de processamento dos computadores. Com apenas um núcleo e uma thread, um processador fica limitado a uma fila de processamento, o que faz com que os processos sejam empilhados, levando os mesmos a serem processados um de cada vez, o que prolonga a execução de uma atividade.

As vantagens de um processador de quatro núcleos são inúmeras. Para o sistema operacional, um processador quad-core com um conjunto de componentes de hardware compatíveis, resulta em um computador muito mais veloz do que o que um com apenas um núcleo e mesma configuração. As principais atividades onde o processador quad-core irá se destacar será na utilização de muitos programas ao mesmo tempo, ao editar vídeos, fotos e na execução de jogos pesados. Se para o consumidor comum, que não requer muito poder de processamento, os ganhos em performance são substanciais, para profissionais como editores de vídeos ou

desenvolvedores de programas, um computador com processador quad-core é encarado como algo “básico” para os padrões atuais.

Outra vantagem dos processadores quad-core atuais é no consumo de energia. Com o avanço das arquiteturas e miniaturização dos processadores, as fabricantes conseguem criar chips cada vez melhores, mais potentes e que consomem menos energia. Os processadores quad-core atuais possuem recursos que permitem desligar alguns núcleos para economizar energia, ativando-os apenas sob demanda. Essa eficiência energética é essencial para notebooks, pois resulta em uma maior duração da bateria.

Uma desvantagem de um processador quad-core é o seu custo um pouco maior do que de soluções mais básicas. Entretanto, salvo alguns casos onde o cliente realmente deseja um computador com um valor mais acessível, comprar um computador com processador quad-core pode ser essencial para evitar que ele fique defasado em pouco tempo. O motivo é que os sistemas operacionais e aplicativos, atualmente, utilizam muito mais poder de processamento do que utilizavam antigamente. Outra desvantagem é que se o usuário irá utilizar um computador apenas para acessar a web e produzir textos, por exemplo, muito provavelmente ele não verá todo o poder de um processador quad-core. A não ser é claro, durante a inicialização do sistema e de alguns programas. (COSTA, G da, 2013).

2.13 Processador Core i3

Core i3 é o nome da família de processadores da Intel, destinado a Desktops x86-64 que aborda a utilização da microarquitetura Nehalem. Concebido no mesmo ano que o processador Core i5, o processador Core i3 é o processador de menor poder de processamento se comparado aos seus irmãos Core i5 e Core i7. O

recurso Hyper-Threading estará ativado nesses modelos permitindo que o processador possa simular a existência de um maior número de núcleos, fazendo com que o desempenho do processador aumente significativamente. Da mesma forma que os processadores Core i5 e Core i7, o processador Core i3 utiliza um controlador interno de memória. Já o núcleo que o processador Core i3 utiliza se chama Arrandale. Mais especificamente o processador Core i3 possui 2 núcleos de processamento físicos e dois virtuais, ou seja, ele já possui dois núcleos de processamento de carácter físicos e simula mais dois. A tecnologia que possibilita isso se chama Hyper Threading (HT).

A Intel promete inovar na sua nova série de processadores da família Nehalem implementando no processador Core i3 e Core i5 a utilização de uma controladora gráfica PCI-Express, que agilizará ainda mais a comunicação com chipset utilizando a interface DMI. É equipado com o acelerador de mídia gráfica de alta definição que proporciona reprodução de alta definição e com recursos avançados de 3D. O que faz com que o processador Core i3 seja diferente dos seus irmãos se dá ao fato de que a nova série Core i3 pretende revolucionar utilizando uma litografia em 32nm(nano). (TORRES, Gabriel, 2013).

2.14 Processador Core i5

Intel Core i5 é uma série de processadores da Intel destinada a desktop x86-64 que aborda a utilização da microarquitetura Nehalem. Diferentemente do processador Intel Core i7, o processador Intel Core i5 utiliza uma soquete denominada LGA 1156. O processador Core i5 continuará a trabalhar com uma controladora de memória embutida, permanecendo com a arquitetura Nehalem do processador Core i7. A diferença para o seu irmão Core i7 se dá pelo fato de que a

geração i7 possui uma controladora de gráficos PCI-Express embutida, utilizando uma interface de comunicação denominada DMI (*Direct Media Interface*), que agiliza ainda mais a comunicação com o chipset e pela falta do SMT, recurso semelhante ao Hyper-Threading do antigo Pentium 4. O primeiro modelo da série Core i5 a ser lançado aos usuários se deu no dia 9 de Setembro de 2009, chamado de Core i5 750. O Core i5 750 é o primeiro modelo da nova geração e apresenta uma frequência de 2.66 GHz, trabalhando com 4 núcleos(Quad Core) e possuindo um cache L3 de 8 MB. Se comparado ao seu irmão (Core i7) da mesma família, o processador Core i5 aumentou a sua capacidade, suportando agora memórias DDR3-1333. Porém em desvantagem o processador Core i5 poderá somente trabalhar em modo Dual Channel enquanto que os modelos atuais Core i7, podem trabalhar em modo Triple Channel.

Outra novidade, presente na série Core i5, se dá ao fato de que o novo padrão de controladoras de vídeo virão já introduzidas no próprio processador, sendo desnecessário um meio intermediário de comunicação. Com isso a comunicação entre CPU e GPU será direto por meio de um barramento (ao que se vê como exemplo o barramento QPI), aumentando ainda mais o performance do computador. Prevista como substituto do soquete LGA 775, o soquete LGA 1156 será o novo padrão de soquete para o processador Core i5 e começará a ser direcionada para os processadores intermediários, enquanto a soquete LGA 1366 (utilizada por enquanto com processadores Core i7) será direcionada aos modelos mais potentes da série Core i7, sendo então direcionada mais aos processadores de maior desempenho.

Durante o lançamento do primeiro modelo da série Core i5, a Intel anunciou que a série de processadores Core i5 possuirá 3 diferentes projetos de núcleos, ou

seja, nem todos modelos de processadores da série Core i5 possuíram o mesmo núcleo. Com isso a Intel anunciou o lançamento de mais dois núcleos, que se juntaram a família atual, do núcleo usado no modelo i5-750, de nome Lynnfield, que é o nome do primeiro núcleo lançado para geração Core i5, e o segundo núcleo a ser lançado na família Nehalem, após o lançamento do núcleo Bloomfield da geração Core i7.

Houve introdução do núcleo Lynnfield no primeiro modelo da série Core i5 o modelo i5-750. Essa versão do núcleo trouxe uma vantagem em relação ao núcleo Bloomfield, como não ser embutida no próprio processador, que agilizará a comunicação entre processador e placa de vídeo criando um elo entre CPU-GPU, bem como a compatibilidade com memórias de maiores frequências. A sua desvantagem se deu na preservação do modo de memória Dual-Channel e da falta do recurso [[Hyper-Threading] presente apenas nos modelos i7 Lynnfield serie 8XX. Arrandale será o segundo núcleo da série Core i5, e será fabricado numa litografia de 32 nm. Segundo a Intel a economia de energia será bem maior se comparado a atual litografia de 45 nm utilizada no núcleo Lynnfield.

Os modelos dessa geração já possuem um controlador gráfico embutido em si mesmo. A desvantagem se dará em um cache menor que passara pela casa dos 3MB L3. Clarkdale será o terceiro núcleo da série Core i5, sendo destinado a Desktops. Esses modelos serão introduzidos na série i5-6xx. Possuirão um cache um pouco maior (se comparado ao núcleo Arrandale), pela casa dos 4MB de cache L3. A sua vantagem, se comparado aos seus outros irmãos, se dará no hyper-threading (threads hiperbólicas) que estará ativado nesses modelos. (TORRES, Gabriel, 2013).

2.15 Processador Core i7

Intel Core i7 é uma família de processadores Intel para desktop e notebooks x86-64 (64 bits). É o primeiro processador lançado que utiliza a microarquitetura Intel Nehalem que é o sucessor dos processadores Intel Core 2. Atualmente, existem ao todo três modelos de processadores de quatro núcleos. Os três modelos atuais e futuros serão dos modelos Quad-core. O i7 se aplica a família de processadores Bloomfield. O nome continua com o uso da marca Core da Intel. Foi lançado oficialmente em 17 de novembro de 2008 e é fabricado no Arizona, Novo México e Oregon, embora a fábrica destes já tenham se adaptado para a próxima geração de processadores de 32nm.

Este processador possui 8 MB de cache inteligente, e trabalha com memórias de até 1066 MHz em modo Triple Channel. Bloomfield é o codinome dos processadores high-end Intel da série Xeon 35xx e Core i7-9xx. Possuem configurações idênticas, substituindo os processadores Yorkfield. O núcleo Bloomfield está intimamente relacionado com o processador dual-Gainestown, que tem o mesmo valor CUID 0106Ax (família 6, modelo 26). Já a família Lynnfield e Clarksfield móveis são processadores quad-core com base na mesma arquitetura Intel Nehalem de 45 nm, porém sendo destinados ao mercado mid-end. Estes não possuem a tecnologia QPI (*Quick Path Interconnect*), mas sim a tecnologia DMI(*Direct Media Interface*).

O QuickPath Interconnect foi criado para substituir o Front Side Bus. Funciona como uma interconexão de alta velocidade ponto a ponto. Cada processador possui seu controlador de memória (memória dedicada) e memória cache, fazendo com que os processadores comuniquem-se diretamente com o controlador de entrada e

saída. Os processadores podem acessar diretamente a cache do outro, devido às interconexões entre eles, possibilitando também o fluxo de dados em ambas as direções ao mesmo tempo. Chama-se de link a conexão entre dois dispositivos QuickPath, composta por um conjunto de sinais unidirecionais transmitidos por um dispositivo e recebidos por outro. As funções do QuickPath são agrupadas em quatro camadas; Camada Física: controle de transferência de dados relacionados à sinais elétricos. Inclui problemas com envio e recebimento de bits. Camada de Comunicação: tratamento de erros ocorridos durante a transferência de dados da camada física para ela mesma. Camada de Roteamento: assegura a ida apropriada dos dados ao seu destino. Dados com destino dentro do próprio dispositivo são enviados para a camada de protocolo. Camada de Protocolo: manter coerência de cache; controlar funções de sistema.

O processo de overclock da arquitetura Bloomfield é semelhante ao da arquitetura AMD, devido à HCM. O overclock será possível com a série 900 e uma placa-mãe equipada com o chipset X58. No início de outubro de 2008, surgiram relatos de que não será possível usar o "desempenho" DDR3 DIMMs que exigem tensões superiores a 1.65V, pois o controlador de memória integrado no âmbito da Core i7 será danificado. O Bloomfield possui três canais de memória. A largura de banda do canal pode ser selecionada pela configuração de memória do multiplicador. No entanto, em valores de referência inicial, quando a taxa de clock está definida em um limite superior (1333 a 965XE), o processador vai acessar apenas dois canais de memória simultaneamente. A 965XE tem maior taxa de transferência de memória com 3xDDR3-1333 do que com 3xDDR3-1600, e 2xDDR3-1600 possui uma taxa de transferência quase igual ao 3xDDR3-1333.

O Core i7 950 e o Core i7 975 Extreme Edition foram introduzidos em março de 2009 com preços semelhantes aos preços do 940 e 965 Extreme Edition, respectivamente, mas com melhor desempenho em cada caso. Lynnfield é o primeiro processador vendido sobre a marca Core i7, e ao mesmo tempo, sendo vendido como Core i5. Ao contrário de Bloomfield, não tem uma interface QPI, mas se conecta diretamente à ponte-sul e outros dispositivos que utilizam o Direct Media Interface PCI Express ligados no soquete 1156. O Core i7 baseado no Lynnfield possui HT (Hyper-Threading), que é desativado em processadores Core i5 Lynnfield. (TORRES, Gabriel, 2013).

3 DIFERENÇAS ENTRE PROCESSADORES

O principal componente de um computador é o processador, isto é tão evidente que os computadores são conhecidos pelos nomes de seus processadores. Mas, é importante saber que o desempenho de um computador é determinado não apenas pelo processador, e sim pelo trabalho conjunto de todos os seus componentes. Se apenas um desses componentes não oferecer uma performance compatível, o desempenho do computador será prejudicado. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.1 Plataformas utilizadas nos processadores

Existem duas plataformas utilizadas pelos processadores, a plataforma RISC e a CISC. Um processador CISC (*Complex Instruction Set Computer*), é preparado

para executar várias centenas de instruções complexas, sendo extremamente rápido. Os modelos de processadores 386 e os 486 utilizam a tecnologia CISC.

No início da década de 80, a tendência era produzir chips contendo conjuntos de instruções cada vez mais complexos, porém alguns fabricantes resolveram seguir outro caminho, concebendo o padrão RISC (Reduced Instruction Set Computer). Diferentes dos complexos CISC, os processadores RISC foram criados para executar somente algumas poucas instruções simples. Exatamente por isso, os chips fabricados com esta arquitetura são mais simples e baratos.

Outra vantagem dos processadores RISC, é que por possuírem um menor número de circuitos internos, podem trabalhar com clocks mais altos. Um processador RISC é tem capacidade de executar instruções muito mais rapidamente. Desta forma, em conjunto com um software apropriado, estes processadores podem desempenhar todas as funções de um processador CISC, equilibrando suas limitações com uma velocidade maior de operação. Nos dias de hoje, existem processadores híbridos, que são basicamente processadores CISC, entretanto, possuem internamente núcleos RISC. Assim, o componente CISC do processador encarrega-se de cuidar das instruções mais complexas, enquanto o núcleo RISC ocupa-se com tarefas mais simples, nas quais é mais ágil. O Pentium Pro é um exemplo de processador híbrido. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.2 Comparações

Alguns processadores não obtiveram sucesso por não possuir componentes adequados ou sistemas escritos de forma a empregar as instruções contidas neles.

3.3 8086 x 8088

O 8086 é um exemplo de processador que não teve êxito, devido à inexistência de circuitos de apoio que operassem a 16 bits naquela época. Logo o processador 8088 foi amplamente difundido porque além de funcionar a 16 bits, externamente trabalhava com 8 bits, permitindo seu uso em conjunto com periféricos mais baratos. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.4 8086 x 286

As principais diferenças que tornaram o processador 286 superior aos processadores anteriores foram, a capacidade de utilizar até 16 MB de memória, dezesseis vezes maior que os da geração anterior, a introdução da memória virtual, permitindo que o processador utilizasse outras fontes de memória externas simulando memória interna e a multitarefa de hardware. Isto não indica que o processador fosse capaz de executar multitarefa real como realizados por processadores atuais. Esta é a multitarefa cooperativa, no qual o processador executa os programas em intervalos, mudando de um para o outro em uma velocidade tão alta que os programas parecem estar rodando simultaneamente.

O processador 286 trabalha em modo protegido ou real (assim como trabalhavam os de primeira geração) mantendo a compatibilidade entre gerações. Programas eram executados individualmente em partes protegidas da memória. Ocorrendo alguma falha em determinada aplicação, as demais não são afetadas. O 286 trabalhava utilizando instruções de 16 bits tanto interna quanto externamente. Na época em que fora lançado já existiam circuitos de apoio 16 bits de baixo custo,

conquistando uma inesperada aceitação. Em modo real, o 286 funciona exatamente igual a um 8086, apesar de ser mais rápido, disponibilizando total compatibilidade com softwares já existentes. Já em modo protegido, ele agrega funções mais avançadas, como a capacidade de acessar até 16MB de memória RAM, memória virtual e multitarefa em disco.

Um problema decorrente do 286 é que, quando em modo protegido, deixava de ser compatível com os programas escritos para 8088. E estando em modo protegido, não existia uma instrução que o fizesse retornar ao modo real, apenas reiniciando computador. Então, mesmo oferecendo os recursos do modo protegido, foram poucos os programas capazes de usá-lo. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.5 286 x 386

O processador 386 trabalha interna e externamente com instruções de 32 bits, ao contrário do 286, ele pode intercalar entre o modo real e o modo protegido. Vários sistemas operacionais como o Windows 3.1, OS/2, Windows 95 e Windows NT, foram desenvolvidos e funcionavam usando o modo protegido do 386 enquanto que era possível utilizar antigos aplicativos em DOS no modo real. Extremamente rápidos para as memórias RAM existentes naquela época, precisavam esperar que os dados fossem liberados pela memória RAM para poder terminar suas tarefas, tornando o desempenho muito lento. Buscando a solução para esse problema, foram desenvolvidas as memórias cache (SRAM). Este tipo de memória cache é ultra-rápida e armazena os dados mais usados pelo processador na memória RAM, fazendo com que o processador não precise trazer dados da memória convencional.

O 386 dependia do uso de periféricos de 32 bits, que eram demasiadamente caros na época, então, a Intel criou uma versão do 386 de baixo custo, que internamente trabalhava a 32 bits, porém externamente funcionava a 16 bits, tornando possível o uso de componentes do processador 286. O processador 386 permitiu o uso dos co-processadores aritméticos. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.6 386 x 486

O processador 486 não trouxe nenhuma grande novidade a não ser a velocidade, ele é aproximadamente duas vezes mais rápido que um 386 de mesmo clock. Como o 386, também trabalha a 32 bits, mas conta com um cache interno (L1) e de um co-processador aritmético interno que auxiliam o processador principal nas operações de números fracionários, ou de ponto flutuante.

Em aplicações que usam intensamente este tipo de cálculo, como softwares de desenvolvimento gráfico e de jogos com gráficos poligonais, a presença deste componente auxiliar é imprescindível. Mesmo o processador principal também sendo capaz de executar tais funções, isto afetaria muito o desempenho. Portanto, desde os computadores 486, o co-processador tornou-se um item indispensável. Inúmeras versões do 486 foram lançadas, foi integrado o recurso de Multiplicação de Clock que tem como objetivo fazer o processador exercer internamente uma frequência superior a da placa mãe e dos demais componentes do computador.

Assim, mesmo o processador trabalhando em sua velocidade nominal, ele se comunica com os demais componentes na frequência da placa mãe. O modelo 486 trouxe consigo necessidade do uso de um ventilador (cooler) sobre o processador

para evitar superaquecimento. O uso do cooler é fundamental em todos os modelos de processadores seguintes. (INFOWESTER, Processadores, 2013).

3.7 486 X Pentium

O processador Pentium apresenta duas vantagens se comparado ao 486, a primeira, é que ao contrário do 486, o Pentium acessa a memória utilizando instruções binárias de 64 bits. Esse processador executa dois bits por vez ao invés de um o que aumenta a velocidade de acesso às memórias, auxiliando na solução do problema de lentidão na memória RAM. Internamente trabalha com dois processadores de 32 bits diferentes, podendo executar 2 instruções por ciclo, mantendo a compatibilidade com programas escritos para processadores mais antigos.

A segunda vantagem do Pentium é que ele possui um cache L1 de 16 KB embutido e opera em velocidades de barramento de 50 a 66 MHz que somado a velocidade de acesso à memória RAM, o deixa em torno de 2 vezes mais rápido do que um 486 de mesmo clock. Semelhante ao 486, os processadores Pentium contam com um co-processador aritmético embutido e utilizam multiplicador de clock. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.8 AMD x Cyrix

Pouco tempo depois do lançamento do Pentium, a concorrente AMD lançou processador AMD 586. Este modelo emprega placas de 486, mas leva vantagem em velocidade. Ao mesmo tempo a Cyrix lançou um processador semelhante, com

nome de Cyrix 586. O AMD K5 proporciona um desempenho similar ao Pentium da Intel, perdendo somente no desempenho do co-processador aritmético que é inferior. Este modelo não obteve grande sucesso porque a Intel antecipou-se dificultando a concorrência. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

3.9 Pentium MMX x Clássico

O Pentium MMX é semelhante ao Pentium Clássico, porém, foram adicionadas 57 novas instruções visando alcançar um melhor desempenho do processador em aplicações multimídia e processamento de imagens. Nestes tipos de aplicações, algumas rotinas podem ser até 4 vezes mais rápidas com o uso das instruções MMX. Entretanto, é necessário que o software faça uso de tais instruções para obter maior desempenho. O cache primário (L1) do processador também foi aumentado, passando a ser de 32 KB, o que o tornou cerca de 10% mais rápido que o Pentium clássico, mesmo em operações que não usem instruções MMX. (INFOWESTER, Processadores, 2013).

3.10 AMD x Pentium MMX

O processador AMD K6 é equivalente ao Pentium MMX, apresentando vantagens e desvantagens sobre ele. O K6 conta com 64 KB de cache L1, contra os 32 KB do MMX, no entanto, só é capaz de realizar apenas uma instrução MMX por ciclo contra duas do seu concorrente, levando desvantagem em aplicações que utilizem estas instruções. O co-processador aritmético interno é inferior ao encontrado nos processadores Pentium, assim, o K6 leva desvantagem também em

aplicativos que façam uso de cálculos de ponto flutuante como os utilizados em jogos, por exemplo.

O aquecimento exagerado é outro problema do K6, mas mesmo com todas suas limitações, esse processador é mais veloz do que um MMX de mesmo clock na maioria das aplicações. Os processadores Intel, tipicamente apresentam um desempenho matemático superior ao dos seus concorrentes. (INFOWESTER, Processadores, 2013).

4 CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS PROCESSADORES

Algumas características são fundamentais para determinar o desempenho de um processador, neste tipo de circuito o clock estabelece o sincronismo para a comunicação entre os componentes do hardware (memória, processador, periféricos). Quanto maior o clock, maior o número de operações que poderão ser executadas ao mesmo tempo. O barramento externo e interno dos processadores evolui de acordo com a complexidade do código que será utilizado em uma operação. Os primeiros processadores possibilitavam a utilização de instruções de 8 bits, logo após, vieram os processadores de 16, 32 e atualmente os que usam códigos de 64 bits. Outro importante detalhe é que a evolução rápida dos processadores não é acompanhada por muitos componentes por questões econômicas e, também, para permitir a compatibilidade dos novos dispositivos com equipamentos antigos. O processador proporciona a interação destas placas através de um barramento de menor capacidade, tornando possível que um processador 64 bits, troque informações com placas de 8, 16 ou 32 bits.

Um processador utiliza um número pequeno de instruções para realizar todas as suas operações. Mas como os primeiros processadores trabalhavam com 8/16 bits, as instruções deveriam manipular então 8 e 16 bits. A compatibilidade com o processador anterior deve ser garantida, sendo mantidas as instruções anteriores e inserindo novos comandos para garantir o aproveitamento de todo potencial dos componentes. Por causa da organização dos programas, o processador necessita acessar as mesmas posições de memória repetidas vezes durante o processamento, fazendo com que um artifício fosse criado, o cache de memória, um pequeno banco de memória que armazena o conteúdo das últimas posições de memória solicitadas pelo processador.

Desta forma, o processador consulta primeiro o cache e se o conteúdo requisitado já estiver lá, não será preciso esperar que ele seja transferido da memória. Os primeiros processadores com este dispositivo, o mantinham externamente. Depois de algum tempo foi introduzido um cache um cache muito pequeno e bem rápido, denominado nível um (L1), que tem a função de armazenar instruções e dados da execução dinâmica do processador e outro mais lento (ainda assim, com acesso muito mais rápido que o da memória), conhecido como cache de nível dois (L2), que guarda dados gerais da memória. (TORRES, Gabriel, 2013).

4.1 Como Funciona o Processador

O processador é constituído por milhares ou até milhões de transistores dependendo do modelo, estes transistores mudam de estado a partir de um pulso elétrico. A mudança de estado de um transistor pode ser responsável pela mudança de estado de vários outros transistores ligados ao primeiro, permitindo o

processamento dos dados. A mudança de estado de um transistor pode ser alterada bilhões de vezes por segundo, porém, esta atividade demanda de energia e quanto maior a velocidade do processador mais energia irá consumir e maior será a quantidade de calor gerada por ele. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

4.2 Como são Fabricados os Processadores

O principal elemento na fabricação dos microchips é o waffer. Ele é constituído de silício puro, extraído da areia da praia em um processo conhecido como Czochralski, onde uma peça de cristal de silício é posto em uma vareta e mergulhado em silício derretido. A vareta é retirada da solução em um movimento circular formando um cilindro de cristal de silício, também conhecido como lingote, como mostra a figura 2.

O lingote obtido neste processo chega a medir dois metros e pode ter até 300 mm de diâmetro. O próximo passo é fatiar o lingote em waffers. Esses waffers são polidos e sobre eles serão fabricados os chips. A partir do momento em que se conseguiu fabricar vários transistores em um mesmo waffer de silício, o custo de fabricação dos processadores teve uma queda significativa.

FIGURA 2 – Lingote de Silício

Fonte: Morimoto (2010)

São produzidos vários processadores a partir de um wafer como mostra a figura 3 e na etapa final da produção são divididos e encapsulados individualmente. São inúmeros os processos utilizados na elaboração de um processador. O mesmo projeto deverá ser reproduzido milhões de vezes, a fim de formar um processador funcional. Na etapa inicial do processo, o wafer de silício tem sua superfície oxidada, transformando-o em óxido de silício. Isto é possível através da exposição do wafer a gases corrosivos e altas temperaturas.

A base para a constituição do transistor é a fina camada de dióxido de silício que se formou. Na etapa seguinte, esta superfície é recoberta com uma camada de material fotossensível. A superfície então é protegida por uma máscara do padrão desejado, que depois é irradiada por uma luz ultravioleta alcançando apenas as áreas descobertas. Esta máscara tem uma estampa diferente para cada área do processador, de acordo com o padrão que se pretende produzir. Esta técnica é conhecida como litografia óptica. A camada fotossensível é sólida, mas muda de estado ao ser atingida pela luz ultravioleta transforma-se em uma substância gelatinosa, que será removida. Após a remoção destas partes amolecidas da

camada fotossensível temos algumas áreas do dióxido de silício expostas, e outras ainda cobertas pelo que sobrou da camada.

O waffer é imerso em uma solução especial que remove as partes do dióxido de silício que não estão cobertas pela camada fotossensível. Mantendo o restante intacto. Finalmente, é retirada a parte remanescente da camada fotossensível. É possível remover camadas diferentes com substâncias diferentes, uma vez o dióxido de silício e outra a camada fotossensível. Assim, é possível delinear as estruturas necessárias para compor os transistores. Cada transistor é constituído por muitas camadas, dependendo do modelo do processador.

Tem início, então, a elaboração da segunda camada do transistor, o waffer é submetido novamente ao processo de oxidação inicial, sendo coberto por mais uma camada (bem mais fina) de dióxido de silício. Apesar desta nova camada de dióxido, a gravura obtida anteriormente é mantida. Logo após é aplicada sobre esta estrutura outra camada de cristal de silício. Sobre esta é aplicada uma nova camada de material fotossensível. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

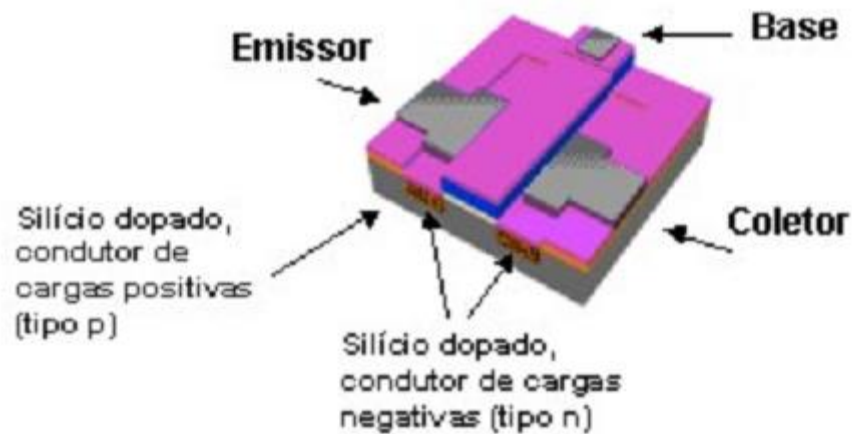
FIGURA 3 – Waffer de Silício



Fonte: Morimoto (2010)

Mais uma vez, o waffer é submetido ao processo de litografia, desta vez usando uma máscara distinta e novamente, a região da camada fotossensível que foi exposta à luz é retirada, mantendo expostas algumas áreas das camadas de cristal de silício e dióxido de silício, que serão removidas posteriormente. Semelhante à etapa anterior, o que restou da camada fotossensível é removida. Chegando ao fim a composição da segunda camada do transistor. Uma das etapas mais importantes do processo de fabricação se dá a aplicação das impurezas, transformando partes do waffer de silício em um material condutor.

Estas impurezas são os íons. Os íons unem-se à camada de silício que foi exposta no processo anterior e não as camadas de dióxido de silício ou na camada de cristal de silício. Todo o processo é repetido novamente até que todas as camadas estipuladas no projeto estejam concluídas. Após este ciclo, é necessário que seja inserido três filamentos condutores. Uma camada metálica extremamente fina é aplicada sobre a estrutura anterior. Nos processadores atuais, que são elaborados através de uma técnica de produção de 0,13 micra, esta camada metálica equivale a apenas 6 átomos de espessura. O processo litográfico é repetido novamente sobre a camada metálica, finalizando a confecção do transistor como apresentado na figura 4.

FIGURA 4 – Desenho do transistor

Fonte: Morimoto (2010)

Em 1971 a Intel lançou o primeiro microchip comercial chamado de 4004, que funcionava com apenas 4 bits e era constituído com cerca de 2000 transistores. Hoje em dia, os processadores são constituídos por vários milhões de transistores. Um Pentium II contém pouco mais de 9 milhões de transistores. Um Pentium III possui 22 milhões. Um Athlon conta com 35 milhões de transistores, enquanto um Pentium 4 possui 42 milhões. Isto se deve ao alto nível das técnicas de miniaturização existentes atualmente, quantidades inimagináveis de transistores ocupam uma área extremamente pequena. Um Athlon, por exemplo, mede somente 112 milímetros quadrados.

Desta forma, um único waffer de silício pode produzir vários processadores (fig. 5). Por fim, os processadores são encapsulados em uma estrutura também de silício, que os protegem e facilita seu manuseio e instalação. Existe uma gama de tipos de encapsulamento que varia de acordo com o modelo de processador. (MORIMOTO, Carlos E., 2010).

FIGURA 5 – Processador AMD



Fonte: Morimoto (2010)

5 NANOTECNOLOGIA

Há cerca de 2.500 anos, filósofos gregos questionavam se a vasta variedade do mundo que nos cerca não poderia ser reduzida a elementos mais simples. A palavra 'átomo' surgiu naquela época e significa indivisível. Segundo esses filósofos, a parte elementar de tudo que existe, a última fração da matéria, não poderia ser dividida em partes menores. Desde os gregos até a nossa época muito foi descoberto, aprendemos que os átomos são constituídos por um núcleo positivo que detém praticamente toda sua massa e por elétrons negativos, que orbitam em torno do núcleo. Compreendemos que existem naturalmente no universo somente noventa e dois tipos de átomos diferentes, mas que esses átomos não necessariamente podem ser únicos, pois existe a possibilidade de haver no universo, partículas ou alguma forma de energia ainda não conhecida. (MELO, Bruno Leonardo Martins de, 2010).

5.1 Nanotecnologia nos processadores

Alguns instrumentos como o microscópio de tunelamento estendem nossa visão até medidas na faixa do bilionésimo de metro. A bilionésima parte do metro chama-se nanômetro, do mesmo modo que um milésimo de metro chama-se milímetro. Nano vem do grego e significa anão. A nanotecnologia é o desenvolvimento de um conjunto de técnicas para manipulação de átomos e moléculas. Algumas dessas técnicas já estão sendo usadas em inúmeras aplicações. A indústria de chips é uma das áreas que dependem diretamente da nanotecnologia.

Os chips modernos são constituídos por milhões de transistores. A velocidade dos processadores aumentou muito depois que foi introduzida a unidade nm (nanômetros) para mensurar os minúsculos transistores que compõem os chips. Um nm é o mesmo que 0,001 micron, também 0,000001 milímetro ou 0,000000001 metro. Com a miniaturização dos transistores, os chips ficam cada vez menores, reduzindo o custo de fabricação. Os transistores passam a trabalhar com menos corrente elétrica, e assim, gera menos calor. Desta forma, o chip pode operar em overclok atingindo um maior desempenho. A miniaturização permitiu à Intel desenvolver novos modelos do Pentium 4 com cache L2 maior (512 KB, ao invés de 256 KB das versões anteriores). Possibilitou também que a AMD conseguisse reduzir a temperatura dos chips Athlon XP. É evidente que a evolução dos processadores deve-se a miniaturização de seus transistores.

Alguns estudos mostram que esta miniaturização continuará pelo menos até o ano de 2015, utilizando os processos, adotados até então, fundamentados na

evolução da precisão óptica na fabricação. Como acontece em todos os segmentos, a pesquisa sempre deve estar à frente da produção.

A tecnologia de 45 nm já é utilizada, no entanto, existem protótipos com transistores muito menores, com até 8 nm. É claro que muito ainda tem de ser feito para que possam ser produzidos comercialmente. Os chips atuais adotam medidas de 65, 45, 32 e 25nm. No decorrer do tempo, os transistores se tornarão tão pequenos que serão constituídos por apenas algumas camadas de átomos. Os processos litográficos e as projeções de raios ultravioleta já não serão capazes de manipular essas camadas de átomos com precisão. Será necessário descobrir novas técnicas de manipulação atômica para a fabricação desses novos nano transistores.

A Nanotecnologia tem o físico Richard Feynman, como pioneiro. Ele é considerado um dos maiores físicos do século XX. Em uma palestra em 1959 no instituto de Tecnologia da Califórnia, Feynman expos sua tese de que no futuro, os engenheiros conseguiriam manipular átomos, colocando-os onde bem entendessem, desde que, não fossem contra as leis da natureza. Desta forma, elementos com particularidades inteiramente novas, poderiam ser criados. A palestra, intitulada "Há muito espaço lá embaixo" foi adotada como o ponto inicial da nanotecnologia. Do ponto de vista de Feynman, não é preciso aceitar os elementos que a natureza nos fornece como os únicos existentes no universo. Feynman propõe que o objetivo da nanotecnologia é o de criar novos tipos de materiais e desenvolver novos produtos e processos, sustentado pela crescente capacidade da tecnologia contemporânea de ver e manipular átomos e moléculas. Segundo Merkle, os métodos modernos ainda são muito rudimentares, compara a manipulação dos átomos com a manipulação de Legos usando luvas de boxe, você pode mover os blocos, mas não precisamente

como gostaria. Somente a evolução da nanotecnologia nos permitirá retirar estas luvas, possibilitando uma revolução nas próximas décadas com uma geração de produtos mais precisos:

Métodos de fabricação de hoje são muito rústicos ao nível molecular. Fundição, trituração, moagem e sempre a litografia move os átomos mesmo na litografia em grandes escalas. É como tentar montar alguma coisa com blocos de LEGO com luvas de boxe em suas mãos. Sim, você pode empurrar os blocos LEGO em grandes montes e empilhá-los, mas você realmente não pode encaixá-los em conjunto a forma como você gostaria. No futuro, a nanotecnologia vai deixar-nos tirar as luvas de boxe. Nós vamos ser capazes de tirar juntos os blocos de construção fundamentais da natureza fácil, barata e, na maioria das formas permitidas pelas leis da física. Isso será essencial se quisermos continuar a revolução no hardware do computador para além sobre a próxima década, e também vamos fabricar toda uma nova geração de produtos que são mais limpos, mais fortes, mais leves e mais precisa. (MERKLE, 05.05.2010).

5.2 Nanotecnologia no Brasil

Os países desenvolvidos destinam muitos recursos em pesquisas sobre nanotecnologia, demonstrando o quão importante a nanotecnologia é para o Brasil, pois a indústria brasileira terá de concorrer no mercado internacional com novos produtos para que o país continue a crescer economicamente. Só será possível obter sucesso nesta disputa com processos e produtos inovadores, que suplante as expectativas da indústria internacional. Isto demonstra que o conceito tecnológico dos produtos oferecidos pela indústria brasileira terá de crescer consideravelmente nos próximos anos, tornando necessária a qualificação da mão de obra que dependera de um nível de educação em ciência e Tecnologia muito superior do que o atual.

O Brasil tem hoje uma produção científica significativa, no que diz respeito à manipulação de nano eletrônica. Existem projetos sendo executados por empresas, isoladamente ou em conjunto com universidades e institutos de pesquisa, tornando evidente a necessidade de incentivar e mobilizar os mais diversos setores de

atividades sobre nanotecnologia. Especialistas brasileiros e chineses realizaram recentemente um seminário realizado no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), com objetivo de desenvolverem ações conjuntas no Centro Brasil-China de Pesquisa e Inovação em Nanotecnologia (CBC-Nano). A parceria binacional deve apoiar projetos com aplicação em inúmeros segmentos da indústria. (SÁ, Gilberto Fernandes de, 2012).

6 PROCESSADORES QUÂNTICOS

Os processadores evoluem a uma velocidade extremamente rápida, sendo imprescindível a busca por novos materiais e tecnologias. Devido às limitações do silício, novas tecnologias surgem na indústria de semicondutores. Não existe um limite pré-definido sobre até onde pode se miniaturizar os transistores.

Muitos projetistas acreditavam que não seria possível produzir transistores menores que 0.13 micra, mas a Intel conseguiu transpor esta barreira, mesmo utilizando o silício. Ao reduzir a quantidade de material empregado na fabricação do processador, esbarramos nas probabilidades de mudanças nas propriedades dos materiais. Além disso, quanto menor for o transistor, menos elétrons serão necessários para mudar seu estado. A 0.02 micra são necessárias somente algumas dezenas de elétrons, o que aumenta a margem para todo tipo de interferência. Com exceção dos gases nobres, todos os elementos são instáveis, reagem quando associados a outros, formando moléculas. Os elétrons são a chave desta união.

Ao acrescentar ou retirar um elétron de um átomo qualquer, fazemos com que ele passe a reagir com outros átomos que estejam próximos, que podem reagir com

outros, desencadeando uma reação em cadeia. Isso se assemelha ao funcionamento dos processadores atuais, onde um impulso elétrico é utilizado para abrir ou fechar um transistor, fazendo com que outros que estejam ligados a ele também mudem de estado. Os computadores quânticos seguem os mesmos princípios, mas, como ocorriam com os primeiros computadores, estas novas máquinas requerem uma quantidade enorme de periféricos para realizarem qualquer função. Para funcionar, é necessário o uso de aparelhos de ressonância para manipular os átomos, e as moléculas devem estar em temperaturas próximas do zero absoluto, o que torna estes processos extremamente dispendiosos. O computador quântico encontra-se no berço de sua evolução, sendo necessárias décadas de aprimoramento.

Um dos problemas mais difíceis de solucionar é o de tornar as moléculas estáveis à temperatura ambiente. O desenvolvimento e aperfeiçoamento desta tecnologia são fundamentais, pois para viabilizá-lo será necessário reduzir custos. Em entrevista cedida ao jornalista Paulo Henrique Amorim (em ocasião do lançamento do transistor de 0,02 micra da Intel), o Prof. Newton Frateschi da Unicamp diz que os computadores quânticos, que nem são uma realidade tão distante, serão muito mais poderosos que os que teremos daqui a 10 anos.

Não acontecerá de uma hora para outra, mas verdadeiras revoluções acontecem em algumas décadas. Comparar um Deep Blue atual com "Handheld" do final do século será como comparar um Eniac com um Athlon. O mais interessante é que em um computador quântico, cada átomo substituirá vários transistores, possibilitando um grande potencial de evolutivo. Sem contar que muito ainda falta ser descoberto sobre o universo quântico. (Frateschi, 18/05/2012).

6.1 Como funcionam os processadores quânticos

Em um processador quântico, existem átomos ao invés de transistores. Ao invés de bits temos qubits ou bits quânticos. Nos átomos, a rotação de cada elétron, chamado spin do elétron, corresponde a um pequeno movimento magnético que pode ser controlado desde que o átomo esteja sobre uma superfície magnética extremamente sensível. Um transistor pode estar apenas em dois estados, ou seja, ligado ou desligado, enquanto um qubit assume três estados distintos. Dois estados são definidos pela rotação dos elétrons, horário ou anti-horário, o terceiro estado acontece quando os elétrons giram simultaneamente nos dois sentidos. Deste modo, combinando com os dois estados anteriores, encontramos 4 estados possíveis, permitindo que cada qubit processe dois bits simultaneamente.

Os processadores quânticos seguem uma progressão geométrica de processamento, permitindo que 10 qubits sejam suficientes para processar 1024 bits, enquanto 20 equivalem a mais de um milhão. Isto aumentará exponencialmente a capacidade de processamento dos computadores, permitindo que cálculos que os computadores atuais levariam anos para resolver possam ser resolvidos em segundos.

Ninguém sabe com certeza o quão rápido as pesquisas nesta área poderão avançar. Pode demorar cem anos para vermos estas aplicações que descrevi, ou pode demorar apenas duas ou três décadas. Como é um campo muito novo, não se sabem de onde podem surgir as soluções para os enormes problemas que ainda dificultam a vida dos pesquisadores. (MORIMOTO, Carlos E., 13.05.2010).

No início de 2001, a IBM anunciou a criação do seu primeiro computador quântico, um projeto muito rudimentar, formado de apenas 5 qubits, operando a 215 Hz, sendo necessário um aparato imenso para poder funcionar. Neste projeto, o

responsável pelo processamento não é um chip e sim uma molécula contendo 5 átomos que interagem entre si mudando seu estado, estes 5 qubits correspondem a 32 bits em razão de todas as combinações possíveis. O maior problema nesta experiência foi manter a estabilidade da molécula.

A solução encontrada estava em conservá-la em uma solução resfriada a temperaturas extremamente baixas, próxima do zero absoluto. Outra dificuldade estava em como manipular os átomos que constituem a molécula. A solução que os projetistas da IBM encontraram foi o de usar radiação, em um sistema similar à ressonância magnética existente nos hospitais, mas com precisão muito superior. Ambas as soluções adotadas são muito caras, o que acaba inviabilizando a comercialização dos mesmos. Apesar disso, estimulou as pesquisas voltadas a esta área. Foi descoberto, por exemplo, que a manipulação de elétrons é muito suscetível a influências externas, além de muito complexo, sendo muito mais simples manipular o núcleo dos núcleos dos átomos tornando o processo menos complicado.

Os cientistas do laboratório nacional de Los Alamos, nos EUA, divulgaram experiências usando um sistema óptico para manipular prótons. A ideia da nova técnica é que os prótons podem ser usados tanto na forma de partículas (a fim de interagir com os átomos que compõe o sistema quântico), quanto na forma de onda, podendo ser transportados através de um sistema óptico. (MORIMOTO, Carlos E., 13.05.2010).

7 TENDÊNCIAS

Ainda hoje não foi possível construir um computador inteiramente quântico, no entanto, empresas como a canadense "D-Wave", IBM, entre outras, estão se empenhando para tornar realidade o mercado de computadores quânticos domésticos, científicos e corporativos. Muitos protótipos de computadores quânticos, como o D-WAVE One (fig.6), estão sendo testados em laboratórios no mundo, no

entanto o seu desenvolvimento em escala comercial ainda pode estar muito distante. E dependente de muitos investimentos e pesquisas.

Figura 6 – Computador Quântico



Fonte: D-Wave Systems

Existem no Brasil diversos núcleos de pesquisas voltadas para a área da computação quântica. Há um grupo no LNCC (Laboratório Nacional de Computação Científica) composto por orientandos de projetos de iniciação científica, mestrado e doutorado e por grupos pertencentes às instituições de ensino superiores, no qual se destacam as universidades do Rio de Janeiro e da Paraíba.

Os grupos brasileiros ligados a hardware quântico desenvolvem apenas pequenos protótipos, mas são indispensáveis no auxílio aos grandes pesquisadores estrangeiros da área. As dificuldades de se criar um computador quântico está no fato de que os processos computacionais passam a ser no universo atômico, que

exige tecnologias de manipulação inexistente ainda. A extrema sensibilidade desta tecnologia é um dos principais problemas encontrados pelos cientistas, pois torna o sistema suscetível a erros causados pelo meio ambiente. A computação quântica pode ser vista como um processo natural de evolução dos computadores, que a partir da década de 50, com o surgimento dos transistores, teve sua velocidade multiplicada através da miniaturização de componentes. O limite físico destes componentes é justamente o tamanho quântico.

O problema é que no universo quântico não podem ser aplicados os conhecimentos da física clássica. Vale ressaltar que para a maioria das aplicações convencionais os computadores atuais são eficientes. Entretanto, para aplicações que necessitam de um processamento mais intenso (por exemplo: criptografia, inteligência artificial, busca em listas desordenadas, fatoração de números extensos) o computador quântico é a alternativa mais promissora. Segundo o físico Ivan Oliveira, do Centro de Pesquisas Físicas (CBPF), “Na teoria, computadores baseados em Qubits poderiam resolver problemas, que hoje levariam bilhões de anos, em questão de minutos”. (<http://www.infowester.com>, 08.09.2014).

8 CONCLUSÃO

A evolução dos processadores é evidente e não para por aqui, muito ainda está por ser descoberto. Vivemos hoje um momento ímpar, semelhante ao período da substituição das válvulas por transístores, a evolução dos transístores está chegando ao seu limite, os átomos. Os processadores já são muito pequenos, o que os impede de serem mais reduzidos, tornando os processadores quânticos em uma forte tendência, mas como no início dos transístores, são caros e ainda precisam de muito desenvolvimento para tornarem-se comerciais. É uma tecnologia que distinta, pois trata de manipulação de átomos e como toda novidade tem adeptos e não adeptos. Com o tempo, irá tornar-se realidade, e talvez, através destas pesquisas, possamos descobrir outros tipos de energia e condutores que mudem novamente o rumo da evolução.

Os avanços tecnológicos beneficiaram todas as áreas do conhecimento humano, há alguns anos atrás as empresas começaram a informatizar-se e os primeiros computadores pessoais surgiram, com uma rápida aceitação e incorporação na indústria. A velocidade é um quesito que vem sendo cada vez mais exigido nos processos, um processador mais célere ajuda na tomada de decisão mais precisa, consegue processar um maior número de informações e informação exata é o diferencial torna uma indústria mais competitiva que as outras. A nanotecnologia é um fator determinante, processadores compactos e muito mais potentes vêm sendo desenvolvidos, cada vez mais transístores são diminuídos e agrupados em um único processador, até o limite do átomo, que ainda tem muito a ser estudado e desenvolvido.

Desde o ENIAC, o primeiro computador concebido para realizar cálculos de artilharia, que os processadores exercem um grande fascínio nos pesquisadores, alguns arriscam dizer que os processadores podem ter sua capacidade elevada em uma progressão geométrica nunca imaginada, fazendo com que em algumas décadas os processadores que hoje se equiparam a cérebros de insetos, estejam tão evoluídos a ponto de reproduzir cérebros de outros animais e talvez até o de seres humanos. Os avanços vistos até agora nos levam a crer que em um futuro próximo a nanotecnologia aplicada aos processadores possibilitará a criação recursos sem precedentes. Tanto que os pesquisadores passaram a utilizar a palavra “singularidade” para definir a ascensão tecnológica dos processadores. A ideia de singularidade mostra que as tecnologias de várias áreas tendem a evoluir cada vez mais aceleradamente, se integrando e transformando rapidamente a realidade.

Na física, o termo “singularidade” designa fenômenos extremos em que as equações não são capazes de descrevê-los, assim como buracos negros, lugares com densidade infinita, que são um paradoxo às leis da ciência. E já que é possível manipular um átomo para que ele possa processar dados, no futuro provavelmente será possível processar dados e transmiti-los por qualquer meio, já que tudo é composto por átomos.

REFERÊNCIAS

MELO, Bruno Leonardo Martins de, et al. Computação Quântica: Estado da Arte. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/TCBrunoTulio.pdf> > Acesso em 28 de Julho de 2013.

COSTA, G da, Hardware. Disponível em <<http://www.vas-y.com/dicas/curso/hardware/salto.htm>> Acesso em 05 de Agosto de 2013.

INFOWESTER, Processadores. Disponível em<<http://www.infowester.com/processadores2.php>> Acesso em 15 de Agosto de 2013.

MERKLE, Dr. Ralph. Nanotechnology. Disponível em<<http://www.zyvex.com/nano/>>, Acesso em 18 de Agosto de 2013.

ROSH, Winn L. Desvendando o Hardware do PC. 1ª ed. São Paulo: Campus, 2013.

RUSSU, Marius, et al. Theoretical and Practical Issues upon Evolution of Microtechnology Towards Nanotechnology , Moldavian Journal of the Physical Sciences Romania, 2014.

MORIMOTO, Carlos E. E-Book Manual do Hardware Completo. Disponível em <<http://guiadohardware.net/livros/hardware>>, Acesso em 18 de Novembro de 2013.

MORIMOTO, Carlos E. Processadores Quânticos. Disponível em <<http://guiadohardware.net/analises/quanticos/index.asp> >, Acesso em 18 de Novembro de 2013.

SÁ, Gilberto Fernandes de, et al. Programa de Tecnologia do Governo do Brasil. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/Temas/Nano/programanano.htm>>, Acesso em 05 de fevereiro de 2014.

TORRES, Gabriel. Hardware. Versão revisada e atualizada, 2013.

SILVA, Cylon Gonçalves da. O que é Nanotecnologia. Disponível em <www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano10.htm>, Acesso em 20 de Junho de 2014.

D-Wave Systems, inc. Disponível em < <http://www.dwavesys.com/> >, Acesso em 18 de Julho de 2014.

