

A CHEGADA DO POWERPC ESQUENTA A GUERRA DOS CHIPS*

Ricardo Brinco**

1 - Introdução

O presente artigo busca examinar alguns aspectos da crescente competição que se estabeleceu no campo dos microprocessadores, nos últimos anos. A abordagem é naturalmente não exaustiva, sendo dada ênfase a determinadas estratégias de atuação da empresa líder, a Intel, e aos desafios à sua hegemonia colocados por fabricantes que trabalham com uma diferente tecnologia da que vem sendo por ela adotada. Nesse aspecto, o exame do microprocessador PowerPC, há pouco introduzido, resulta especialmente ilustrativo.

Pode-se iniciar o assunto a partir da constatação da generalizada presença dos microprocessadores no cotidiano deste final de século. Ainda que a percepção mais imediata a esse respeito tenda a fixar-se na idéia de sua utilização privilegiada em equipamentos de processamento de dados, como os microcomputadores, o fato é que sua ubiqüidade assume caráter bem mais amplo. Ocorre que os usuários, muitas vezes, nem chegam a se dar conta da banalização do uso já atingida, a partir da incorporação generalizada desse tipo de dispositivo a um rol infindável de equipamentos: telefones, televisores, sistemas de áudio e vídeo, eletrodomésticos em geral, automóveis, aviões, comandos numéricos computadorizados, robôs, etc., apenas para citar exemplos tomados ao acaso.

Na base dessa proliferação desenfreada dos processadores embutidos, encontram-se as vantagens associadas à extrema flexibilidade proporcionada aos sistemas a que servem, certamente o principal fator de adequação ao atendimento de uma extensa gama de necessidades. Isso torna-se possível pela variedade de funções de controle eletrônico assim viabilizadas.

O fato é que uma grande parte das transformações tecnológicas ocorridas nesta segunda metade do século XX está, de uma forma ou de outra, intimamente relacionada aos avanços da microeletrônica. Nas suas origens, encontra-se a invenção do transistor, cujo desenvolvimento remonta aos anos 1947-48. Tratava-se já de um componente de dimensões muito compactas, tendo como substrato um material semicondutor, e que viria a constituir o primeiro dispositivo da física de estado sólido apto a modular, amplificar e retificar sinais eletrônicos. Sua introdução comercial no mercado possibilitou substituir as volumosas válvulas a vácuo até então em uso nos circuitos eletrônicos.

* O autor agradece aos colegas Flavio Fligenspan, Daisy D. S. Zeni e André L. F. Scherer pelas sugestões feitas a uma versão preliminar deste texto.

** Economista da FEE.

Outro marco significativo do desenvolvimento da microeletrônica está vinculado à introdução do circuito integrado com tecnologia bipolar em 1959, quando se tornou possível aglomerar transistores, diodos e componentes passivos em uma pastilha constituída de um material semicondutor. Desde então, não cessou de crescer o número de componentes incorporados a um único *chip*, determinando um nível de integração dos circuitos integrados que, no caso dos microprocessadores, tem, historicamente, dobrado a cada ano, com repercussões extremamente positivas no tocante à elevação da capacidade de processamento.

Neste ponto, é conveniente acrescentar, para fins de melhor compreensão do texto, que a denominação semicondutor engloba diversos tipos de dispositivos, inclusive componentes discretos, que são aqueles capazes de executar uma só função lógica, a exemplo de transistores, diodos, etc. Abrange igualmente os chamados circuitos monolíticos, lineares e digitais, estes últimos diferenciando-se pela possibilidade de desempenharem várias funções.

O universo dos circuitos digitais, por sua vez, é representado por dois grandes grupos de microestruturas, a saber, os circuitos integrados de memória e os microprocessadores, além dos assim denominados circuitos lógicos. O uso das expressões circuito integrado e *chip* (pastilha) é equivalente, estando associadas, no presente artigo, especificamente aos microprocessadores.

2 - Sobre as origens da hegemonia da Intel

O microprocessador pode ser definido, de forma expedita, como sendo constituído por um conjunto de circuitos eletrônicos que, de forma seqüencial, executam grupos de instruções e controlam unidades auxiliares de comunicação e armazenamento de informações (os chamados periféricos). O dispositivo atua, nessas condições, como o verdadeiro "cérebro" do computador, isto é, sua Unidade Central de Processamento (UCP).

Trata-se de um único *chip*, que oferece a inestimável característica de viabilizar múltiplas aplicações, sendo sua flexibilidade de uso determinada precisamente pela possibilidade de programação. E é em função da natureza não dedicada — isto é, não especializada — do microprocessador que se tomou possível trabalhar com elevadas escalas em sua produção, fato que se traduziu em queda tendencial dos preços de venda desse dispositivo e em criação de maiores estímulos à expansão de sua demanda.

O primeiro microprocessador comercialmente identificado como tal foi o chamado 4004, introduzido ao final de 1971. Esse desenvolvimento pioneiro esteve a cargo da companhia norte-americana Intel, tendo sido concebido sob encomenda de uma empresa japonesa fabricante de calculadoras. Esse dispositivo, de baixa escala de integração (com 2.250 transistores) e arquitetura de quatro *bits*, reproduzia as funções de uma UCP de um computador. Quando associado a outros *chips* que asseguravam as funções de memória e controle de entrada e/ou saída, ficava viabilizada a montagem de um microcomputador.

Em 1972, a Intel colocou no mercado um novo componente, que passou a figurar no seu catálogo de produtos como o 8008. O referido *chip* teve várias versões posteriores, transformando-se no 8080, 8085 e 8086. De forma a melhor adequar este último dispositivo às condições do mercado, a Intel "reprojetou-o" para criar o 8088, que contribuiria na definição de um padrão para a nascente indústria de computadores de mesa.

Com efeito, em 1980, a IBM completou o desenvolvimento de seu microcomputador Personal Computer (PC) original, tendo, para tanto, selecionado a Intel como fornecedora da Unidade Central de Processamento. Para esta última, foi como tirar a sorte grande, na medida em que significou a estreita associação com um sistema que viria a ser notavelmente bem-sucedido do ponto de vista comercial. O fato é que, até a introdução do IBM PC e a explosão de suas vendas, a produção de microcomputadores tinha um caráter amadorístico, sendo sua clientela constituída basicamente de aficionados da eletrônica, e não havendo penetração no mundo empresarial. A situação mudou completamente com o fulminante sucesso alcançado pelo novo produto, inesperado até mesmo para a IBM, e consolidou-se com o rápido aparecimento dos fabricantes de equipamentos compatíveis e com a proliferação de fornecedores independentes de componentes e acessórios para o sistema.

Estavam assim estabelecidas as condições materiais iniciais viabilizadoras da dominação dos membros da chamada família 80X86 — e, por conseqüência, da própria Intel — sobre a indústria de computadores. Para tanto, à época, a empresa precisou vencer competidores do porte da Motorola, da National Semiconductors, da Texas Instruments e da Zilog, fato que lhe assegurou um quase-monopólio e uma posição hegemônica que só recentemente começou a ser contestada. Para se ter uma idéia mais precisa do real significado desse domínio, basta dizer que, do total de 140 milhões de PCs que se estima existirem no Mundo, mais de 80% ostentam o selo **Intel inside**. Naturalmente, o faturamento da empresa espelha tal realidade, tendo alcançado US\$ 8,8 bilhões em 1993, representando um crescimento de 50% em relação ao ano precedente. Da mesma forma, são impressionantes os lucros obtidos no exercício, na faixa dos US\$ 2,3 bilhões, refletindo uma expansão de 115% sobre o período anterior (Business Week, 1994).

3 - Sobre as estratégias de atuação da Intel

A manutenção da hegemonia da empresa líder tem sido assegurada graças a pesados investimentos, constantemente renovados. O fato é que projetar e fabricar um microprocessador no "estado da arte" implica o comprometimento de recursos financeiros e materiais deveras significativos. Isso fica bem evidenciado no caso do Pentium, o mais novo membro da linhagem Intel, que deverá consumir US\$ 5 bilhões em gastos com a realização do ciclo completo de pesquisa e desenvolvimento e com as instalações produtivas.

É importante enfatizar o aspecto da vertiginosa escalada de custos que vem marcando a dinâmica desse setor industrial, fato que se evidencia ainda mais claramente quando da passagem de uma geração de dispositivos para outra. O desenvolvimento completo do 486, por exemplo, custou "apenas" US\$ 1 bilhão, ou seja, um quinto do volume de investimentos associados ao microprocessador seguinte, o Pentium. Seguindo na mesma linha de raciocínio, veja-se que a Intel tem planos de aplicar cerca de US\$ 2,4 bilhões ao longo de 1994, 33% a mais do que no ano anterior, cifra que, diga-se de passagem, excede o dispêndio conjunto anunciado pelas quatro outras maiores empresas do setor (GM, 1.2.94).

A realização de investimentos desse porte está diretamente associada a um dos traços mais característicos desse segmento da indústria de semicondutores, qual seja, a rápida obsolescência atingindo sucessivas gerações de microprocessadores. Quedas

aceleradas de preço e aposentadoria precoce dos dispositivos — rapidamente transferidas aos sistemas que os incorporam — são contrapartidas naturais desse processo. Mais ainda, refletem, em boa medida, as decisões de política e as mudanças na estrutura de comercialização de produtos de uma única grande empresa, a Intel. É verdade que essas decisões surgem, cada vez mais, como resposta ao acirramento da competição desencadeada por outros fabricantes de *chips*, de posição técnica e comercial consolidada no mercado, como a American Micro Devices (AMD) e a Cyrix.

Na realidade, a Intel vem trabalhando há já bastante tempo com a estratégia de "canibalização" dos membros mais antigos de sua família de produtos, com base no encurtamento de seu ciclo de vida, chegando a colocar no mercado dezenas de novas variantes de processadores ao ano. Isso faz com que, dada a constante renovação imposta à sua lista de produtos — inclusive com o lançamento de várias versões dentro de uma mesma geração —, seja uma questão de pouco tempo (com freqüência, alguns meses) para que mesmo os modelos *top-of-line* fiquem superados, passando a ser comercializados a preços muito inferiores aos de lançamento.

Já foi uma questão relativamente simples escolher a UCP de um sistema compatível IBM PC, na época em que um leque restrito de dispositivos, de *performance* claramente diferenciada, estava disponível. Assim, a opção já esteve circunscrita ao 8088 (o "motor" do XT), sendo, depois, ampliada com a introdução do 286 (o AT), e o mesmo voltando a ocorrer com os lançamentos do 386 e do 486. Todos eram produtos da Intel, sendo apenas oferecidos com diferentes velocidades de *clock*¹. É o que justificava a identificação do PC como uma simples *commodity*. Nos dias de hoje, o "menu" de dispositivos oferecido é muito farto, envolvendo mais de um modelo dentro de cada geração de microprocessadores: SX, SL, DX, DX2 e DX4. É interessante observar que essa proliferação de versões, independentemente das motivações mercadológicas que estiverem na origem de uma ou outra, reflete uma segmentação **de fato** do mercado de microprocessadores.

Assim, os *chips* SX, de baixo custo, tornaram-se os dispositivos mais adequados para os chamados sistemas de entrada no mercado de PCs, sendo imediatamente seguidos pelos DX no atendimento a maiores necessidades de processamento. Os SL estão direcionados ao mercado dos sistemas portáteis — que deixaram de formar um nicho de mercado e já concorrem com os modelos de mesa —, em função de sua baixa voltagem e de sua capacidade de gerenciamento do consumo de energia. Por sua vez, os DX2 — e com ainda maior ênfase os DX4 — são usados em sistemas de alta *performance*, como estações de trabalho e servidores de rede.

Essa estratégia sustentada pela Intel de inundar o mercado com novas UCPs tem levado, conforme já referido, à adoção de ciclos de desenvolvimento de produtos cada vez mais curtos. Nesse contexto, a empresa-líder tem procurado "empurrar", sistematicamente e de forma cada vez mais célere, a "fronteira técnica", de modo a seguir isolada na oferta dos produtos mais avançados e continuar auferindo, dessa forma, as correspondentes margens elevadas de lucro.

¹ Trata-se de um circuito eletrônico que serve para regular a sincronização dos fluxos de informação que se deslocam através dos canais internos de comunicação de um computador. Para tanto, gera pulsos uniformemente espaçados, à velocidade de milhões de ciclos por segundo.

O fato é que, na indústria de PCs, as empresas integradoras de sistemas e os usuários se acostumaram a conviver com uma nova geração de processadores a cada três anos. Os futuros membros da família, no entanto, devem surgir em prazo menor, algo em torno de dois anos. A questão que se coloca é saber até quando um ritmo frenético desses poderá ser sustentado, em função tanto de aspectos técnicos como de mercado. Por um lado, é sabido que os avanços das técnicas de fabricação dos circuitos integrados tendem a responder com alguma defasagem às novas exigências colocadas pelos desenvolvimentos a nível de projeto. Por outro, o ciclo de vida decrescente dos dispositivos repercute em termos da manutenção das margens de lucro e do próprio encurtamento do prazo para recuperação dos investimentos realizados com um determinado dispositivo. Isso para não falar, naturalmente, dos problemas colocados pela obsolescência precoce dos PCs para fabricantes e usuários, que são apenas parcialmente contornados pela adoção da técnica do *upgrade*, isto é, da atualização prevista de equipamentos com base em uma troca da UCP.

A Intel tem sido motivada, nesse particular de introduzir mais rapidamente os novos processadores, por dois tipos de ameaças à sua hegemonia. A primeira tem origem naqueles fabricantes que trabalham com projetos que têm como base os dispositivos Intel. São os chamados clones², componentes funcionalmente compatíveis e que costumam se caracterizar por preços competitivos e *performances* até mesmo superiores, em função da facilidade de incorporação aos mesmos dos aportes tecnológicos mais recentes, não disponíveis quando da realização do projeto original.

É preciso acrescentar que o poder de fogo demonstrado por esse tipo de competidores é muito efetivo, consolidando-se à medida que conseguem ir reduzindo, mais prontamente, o *gap* tecnológico que os separa dos produtos de ponta da empresa-líder. Assim, no caso do Pentium, a Intel certamente não poderá contar com o mesmo tempo de desfrute isolado de mercado que teve com o 486, uma vez que tanto a AMD como a Cyrix já anunciaram o lançamento, para breve, de suas próprias versões compatíveis do Pentium.

Ainda assim, e não sem uma certa ironia, a ameaça mais consistente enfrentada pela Intel não procede provavelmente dessas duas companhias ou de alguma outra que trabalhe com microprocessadores da família X86. Afinal, nesse caso, as vendas dos concorrentes "jogam água no mesmo moinho", isto é, também colaboram para fortalecer a imensa base instalada de máquinas de arquitetura Intel, campo em que a companhia, mesmo se vier a ter algo comprometida sua fatia de mercado, continuará sendo uma participante de peso.

² Deve ser observado que o emprego do termo clone neste contexto é um pouco forçado. Na verdade, está sendo aplicado a um produto que não é uma cópia exata do original e que nem poderia sê-lo, tendo em conta o fato de a Intel, após o 286, não ter autorizado nenhum outro fabricante a atuar como *second source* oficial. Nessas condições, a empresa que realiza a clonagem poderia apenas oferecer, em tese e de forma a ficar ao abrigo da lei, uma cópia compatível com o produto da Intel. Sendo eminentemente controvertida essa área das patentes, dos direitos autorais e dos acordos de transferência de tecnologia, não é surpreendente constatar a transformação do Judiciário norte-americano em campo de árduas e reincidentes batalhas, com o julgamento de ações impetradas não só pela Intel como por seus próprios concorrentes.

Já uma presença potencialmente bem mais ameaçadora, pelo menos a médio prazo, prende-se à recente ascensão dos *chips* Reduced Instruction Set Computing (RISC) no mercado dos computadores de mesa, abrindo uma segunda frente de ataque à hegemonia da Intel. De fato, o que está em jogo é a possibilidade de surgir, nesse campo, um dispositivo combinando baixo preço e excelente *performance*, o que poderia tornar precocemente obsoleto o Pentium, o produto mais recente da companhia-líder.

4 - Sobre os elementos em jogo na disputa RISC X CISC

Os *chips* RISC, ou Computação por Conjunto de Instruções Reduzidas, foram tradicionalmente utilizados para equipar as chamadas *workstations*, isto é, as estações de trabalho direcionadas para aplicações no campo do desenvolvimento de *software*, dos trabalhos científicos e da computação gráfica. Equipam, portanto, computadores que têm como exigência primeira o processamento de uma grande massa de números em tempo muito exíguo e que, para tanto, precisam oferecer *performance* superior à que tradicionalmente podia ser obtida em equipamentos baseados em *chips* Intel ou compatíveis, que dependem da tecnologia Complex Instruction Set Computing (CISC), ou Computação por Conjunto de Instruções Complexas.

A diferença básica entre um *chip* CISC e um RISC reside no fato de o primeiro dispor de um amplo conjunto de instruções complexas incorporadas, sendo o mesmo reduzido funcionalmente ao mínimo no segundo. Um conjunto de instruções nada mais é do que uma relação de comandos inteligíveis para o microprocessador e aos quais este reage. O uso de instruções complexas, obtidas através da combinação de várias instruções simples, corresponde à maneira tradicional como os computadores vêm sendo construídos desde os anos 50. Tecnicamente, tal orientação encontrava justificativa no fato de as memórias terem sido, durante bastante tempo, componentes muito caros, levando os projetistas a buscarem incorporar o máximo possível de instruções no próprio *hardware* da unidade central de processamento, reduzindo, assim, a necessidade de armazená-las na memória.

À medida que o grupo de instruções introduzidas nos componentes CISC foi se expandindo, estes tornaram-se crescentemente complexos e especializados. Todavia, na prática, uma grande parte dessas instruções acaba sendo pouco utilizada, ainda que, por necessidade de manutenção da compatibilidade entre sucessivas gerações da família de microprocessadores CISC, não possam as mesmas ser descartadas dos dispositivos mais atualizados, permanecendo como "entulho".

O resultado é um *chip* CISC dispendendo de umas poucas **centenas** de instruções complexas embutidas, que exigem vários ciclos de *clock* para serem executadas. Já um RISC opera com algumas **dezenas** de instruções simples, as mais usadas, otimizando-as de maneira a serem processadas muito rapidamente, muitas delas em um só ciclo de *clock*. Na verdade, esse é o "segredo" da tecnologia RISC: maximizar a velocidade com base em instruções suficientemente simples, suprimindo as que foram excluídas por meio de combinações das remanescentes.

Como trabalham com instruções simples, os *chips* RISC exigem circuitos igualmente elementares para a execução das funções básicas e, portanto, requerem menos transistores. Com isso, sobra espaço para acomodar outros circuitos capazes de

otimizar o desempenho, a exemplo das chamadas memórias cache³. Conseguem, assim, oferecer excelente *performance*, mantendo sob controle o consumo de energia e, em decorrência, também os níveis de temperatura, precisamente um dos graves problemas enfrentados pelos atuais dispositivos CISC mais velozes. A menor complexidade dos circuitos RISC reflete-se também em custos mais baixos de projeto e de fabricação das próprias pastilhas. Uma contrapartida negativa da simplificação própria à arquitetura RISC, contudo, está associada ao fato de os programadores serem obrigados a escrever programas extensos e complexos (a chamada programação de baixo nível), determinando custos elevados no desenvolvimento do *software*.

Já os microprocessadores de tecnologia CISC, para assegurar a extensa gama de funções antigas e novas previstas, vêm recebendo um número crescente de transistores, ocupando, assim, mais espaço e aumentando o tamanho do semicondutor. Os sinais elétricos, em decorrência, precisam percorrer distâncias maiores, tornando o componente mais lento, o que é compensado pela adição de novos circuitos — ou seja, de mais transistores —, de forma a acelerar o desempenho do conjunto.

Concretamente, veja-se o caso do microprocessador CISC mais atualizado existente no mercado, o Pentium, que possui 3,1 milhões de transistores e se destaca pelo aumento expressivo de densidade em relação ao seu predecessor, o 486, que agrupava somente 1,2 milhão. Ainda mais expressivos se mostram tais resultados se a referência for o 386, que contava com 275 mil, e o 286, com 130 mil. As novas gerações em gestação — a do 686 e a do 786 —, por sua vez, deverão igualmente refletir ganhos adicionais em termos de integração a nível da pastilha, prevendo-se que cheguem a 7 e a 20 milhões de transistores respectivamente.

O fato é que, no *cômputo* geral, verifica-se que os projetistas CISC têm sido bastante bem-sucedidos na tarefa de oferecer dispositivos com cada vez maior capacidade de processamento e que, com alguma defasagem temporal, vêm conseguindo manter desempenhos muito próximos aos dos RISC mais velozes. É verdade que, para tanto, têm sido parcialmente adotadas técnicas do campo rival. Os resultados de tal orientação materializam-se em dispositivos CISC crescentemente híbridos, que incorporam circuitos RISC na unidade básica de processamento, contribuindo para tornar mais difusa a fronteira separando um e outro tipo de dispositivo. No caso da Intel, isso passou a ocorrer a partir da geração do 486 e fortaleceu-se significativamente com o Pentium.

Ainda assim, o uso de técnicas RISC por *chips* que continuam sendo definidos como de tecnologia CISC tem conseqüências a nível do uso de um maior número de transistores. Por exemplo, no caso do 486, cerca de 15% dos seus circuitos servem apenas para garantir a compatibilidade com as gerações precedentes, de forma a continuar utilizando o *software* antigo.

Não obstante os óbvios atrativos associados à tecnologia RISC, o fato é que seu sucesso comercial foi até hoje relativamente modesto. O problema é que existem vários tipos de *chips* RISC no mercado, incompatíveis entre si, nenhum deles tendo conseguido impor-se como padrão. Dentre os mais bem-sucedidos, podem ser citados o

³ Trata-se de uma seção muito rápida da memória que é destinada ao armazenamento temporário das informações mais freqüentemente acessadas pelo microprocessador.

SPARC, da Sun Microsystems Inc., durante muito tempo, líder em volume de unidades comercializadas; o PA/RISC, da Hewlett-Packard; o RS/6000, da IBM; o MIPS, da Silicon Graphics; e o 88110, da Motorola. Nem a Intel escapou de introduzir, há alguns anos atrás, seu próprio *chip* integralmente RISC, o i860, que teve pequena penetração no mercado. É fácil compreender que, dada tal profusão de processadores, não foi possível estabelecer — a exemplo do ocorrido com os micros de arquitetura Intel —, um mercado de *commodities* no campo das *workstations*. Em contrapartida, a criação de mercados cativos permitiu, diga-se de passagem, aos fabricantes RISC manterem margens de lucro elevadas durante um longo tempo.

De qualquer forma, o fato é que as empresas que produzem dispositivos RISC trabalham com escalas de produção da ordem de centenas de milhares, enquanto a Intel e os demais fabricantes de *chips* CISC compatíveis atuam na faixa das dezenas de milhões, o que lhes permite oferecer um menor custo por unidade de capacidade computacional e lhes tem assegurado uma folgada liderança na disputa com os componentes RISC.

Outro fator limitador à conquista de um mercado de massa por parte dos *chips* RISC está associado à circunstância de todos rodarem alguma variante do Unix, um sistema operacional portátil (isto é, que funciona em diversas plataformas de *hardware*), não compatível com o MS-DOS, o sistema mais difundido. Nesse contexto, nenhum deles foi também capaz de acumular, nem remotamente, uma biblioteca de *softwares* capaz de fazer face àquela criada para os micros CISC, rodando sob o MS-DOS/Windows 3.X da Microsoft. Na verdade, essa restrição na oferta de aplicativos revelou-se sempre um fator decisivo para a pequena disseminação das máquinas RISC, determinando seu baixo apelo comercial, não obstante os atrativos de *performance* oferecidos.

A chegada do Windows NT, sistema operacional cliente-servidor da Microsoft, alterou profundamente os dados do problema, na medida em que funciona tanto em *chips* Intel como em alguns *chips* RISC. Na atualidade, o MIPS da Silicon Graphics, o Alpha da DEC e o PowerPC da IBM-Apple-Motorola são oficialmente suportados pelo Windows NT, estando também prevista a inclusão do PA/RISC da Hewlett-Packard nessa relação.

O fato é que, até agora, as estações RISC não podiam processar diretamente aplicações desenvolvidas para máquinas CISC. Havia duas possibilidades de superar tal inconveniente, a primeira delas consistindo na **emulação**, um procedimento que degrada bastante o desempenho do sistema e que praticamente só se tornou viável com a chegada das novas gerações de processadores muito rápidos. Trata-se, nesse caso, da reprodução (imitação), por um programa ou equipamento, das funções próprias a outro programa ou equipamento.

A segunda alternativa, por sua vez, está ligada à **portabilidade**, ou seja, à reprogramação de um dado *software*, de modo a adaptá-lo a uma segunda plataforma de *hardware*. Essa é precisamente a qualidade oferecida pelo Windows NT, com a diferença de que, como se trata de um sistema operacional, todo *software* com ele compatível passa também a sê-lo, automaticamente, em qualquer máquina funcionando sob o mesmo sistema. Já é efetivamente possível rodar, naqueles processadores RISC anteriormente citados, programas desenvolvidos para o ambiente MS-DOS/Windows 3.X (em 16 *bits*) e para o próprio Windows NT (em 32 *bits*). E isso ocorre em condições de *performance* muito boas, similares às alcançadas em máquinas equipadas com o Pentium e certamente muito superiores às que podiam ser obtidas via emulação de *software* sob o sistema operacional Unix. Com isso, tornaram-se mais

transparentes as vantagens inerentes aos dispositivos RISC, viabilizando aos usuários a troca da tecnologia sem precisarem abandonar a biblioteca de aplicativos com que estão familiarizados.

Por fim, cabe acrescentar que as estações de trabalho montadas com *chips* RISC costumavam ser bastante caras, posto que, estando dirigidas praticamente a nichos de mercado, não se viabilizava uma produção em maior escala. Além disso, a exigência de incorporação de placas e outros componentes muito rápidos contribuía para a elevação dos custos gerais de montagem dos sistemas. Com a queda das cotações desse tipo de insumos e com a própria maior concorrência no campo dos dispositivos RISC registradas nos últimos anos, passou a existir também oferta de computadores RISC a preços mais acessíveis. O fato é que, ao mesmo tempo em que os PCs de ponta cresceram em desempenho e se aproximaram, nesse aspecto, dos sistemas baseados em dispositivos RISC, também estes últimos reduziram as diferenças, a nível de preços, que os separavam dos PCs. Isso vem tornando as *workstations* RISC cada vez mais competitivas, criando expectativas de, também nesse domínio, chegar-se a trabalhar com escalas de produção industrial em massa.

5 - Os *chips* RISC que desafiam o poder da Intel

São aqui examinados alguns processadores RISC que, na atualidade, oferecem potencialidades técnicas de competirem, em tese, por alguma fatia de mercado da Intel. Vale a pena lembrar que, independentemente de suas qualidades intrínsecas, esses *chips* se caracterizam por apresentar compatibilidade com o Windows NT, o que constitui um fator a considerar na "alavancagem" de suas vendas. De fato, conforme já observado, fica, assim, aberta a possibilidade de rodarem aplicativos próprios à família X86 a velocidades razoáveis. É verdade que, por si só, isso não é garantia suficiente para um sucesso comercial mais expressivo. De fato, é ainda relativamente pequena a base instalada do Windows NT no mercado, bem como é também diminuta a probabilidade de o mesmo vir a adquirir uma popularidade sequer próxima da alcançada pela dupla MS-DOS/Windows 3.X ou mesmo daquela previsível para o futuro sistema operacional que substituirá esta última, o Windows Chicago.

Essas limitações aparentemente definem bem as possibilidades de mercado dos processadores Mips e Alpha em sua condição de eventuais desafiantes dos processadores Intel. Deve-se também levar em conta o fato de as empresas fabricantes desses semicondutores não terem conseguido até agora, obter um apoio mais expressivo por parte dos integradores de sistemas, impedindo a sua produção em escala mais ampla.

O chamado microprocessador MIPS R4000 constitui um dispositivo RISC de 64 *bits*, com velocidade interna de 100MHz e externa de 50MHz, sendo, atualmente, fabricado pela Silicon Graphics. Sua *performance* é equivalente à de um Pentium 66MHz, ocupando menos da metade dos transistores e custando, igualmente, menos da metade do preço deste último (considerando as cotações de lançamento dos dispositivos). Já o modelo MIPS R4400 opera a 150MHz/75MHz e conta com 2,3 milhões de transistores, contra um Pentium que roda a 100MHz na sua versão mais recente e conta com 3,1 milhões de transistores.

Outro concorrente nesse seleto clube dos processadores de alto desempenho traz a marca da Digital Equipment Corporation (DEC), um dos mais tradicionais fabricantes de computadores. Trata-se do Alpha AXP, um *chip* RISC de 64 *bits*, com 1,7 milhão de transistores, que foi introduzido comercialmente na metade de 1993 e se destina ao mercado dos computadores pessoais de mesa e das *workstations* de grande capacidade. O Alpha é, de fato, uma plataforma de processamento muito sofisticada, apresentada em cinco modelos, com velocidades variando de 66 a 200MHz, estando já anunciadas duas novas versões, que deverão rodar a 225 e 275MHz. Nessas condições, destaca-se, indiscutivelmente, como o microprocessador mais rápido da atualidade. É também bastante caro, com a versão de 200MHz tendo sido lançada a US\$ 1.200 em lotes de 1.000 unidades.

Não obstante seus óbvios atributos técnicos, esse microprocessador não conseguiu alcançar grande penetração no mercado. A sua baixa demanda chegou mesmo a forçar a DEC, a fim de reduzir a ociosidade de sua planta produtiva na Escócia, a estabelecer um acordo com a AMD, pelo qual passou a produzir, sob encomenda, clones do 486 para esta última.

Enfim, cabe considerar o *chip* RISC com melhores chances de conquistar um espaço mais expressivo no disputado segmento dos microprocessadores, ou seja, o PowerPC. Resulta dos esforços conjuntos de três grandes e conceituadas empresas — Apple Computer Inc., IBM e Motorola Inc. —, que decidiram, assim, compartilhar os elevados custos de desenvolvimento e de fabricação próprios às modernas gerações de microprocessadores. É preciso observar que acordos desse tipo vêm-se tomando cada vez mais usuais, refletindo a crescente interdependência forjada entre os participantes desse mercado de alta tecnologia.

6 - O PowerPC: nosso próximo microprocessador?

Em 1991, as empresas IBM, Motorola e Apple estabeleceram um acordo formal, tendo por objetivo o desenvolvimento da chamada arquitetura PowerPC, destinada a estabelecer um novo padrão *de hardware* e de *software* no campo dos computadores pessoais. Trata-se do primeiro microprocessador RISC direcionado a esse mercado e não mais especificamente ao das estações de trabalho de alto desempenho.

O PowerPC foi definido para ser um **sistema aberto**, ou seja, previsto para ter ampla divulgação de suas especificações técnicas de referência. Com isso, resultará facilitado o trabalho dos projetistas na montagem de seus próprios sistemas, sendo, assim, incentivadas as adesões à nova plataforma de processamento.

Observe-se que, neste aspecto do fácil licenciamento da tecnologia, a proposta reproduz o caminho comercialmente bem-sucedido que a IBM já havia trilhado quando do lançamento do IBM PC em 1981 e que não foi repetido com a linha IBM PS. É interessante observar, também, que, no caso da Apple, essa orientação traduz uma profunda mudança de comportamento, uma vez que a empresa sempre defendera intransigentemente a filosofia do **sistema proprietário** para suas próprias máquinas.

O PowerPC surge como o resultado combinado de um desenvolvimento evolutivo baseado nos microprocessadores RS/6000 e Motorola 88010. O primeiro, um *chip* RISC da IBM equipando sistemas Unix de elevada *performance*, cedeu sua arquitetura básica. Quanto ao microprocessador 88010 da Motorola, também de tecnologia RISC, contribuiu com as versões melhoradas de sua interface de barramento e tecnologia cache.

No somatório final, acabaram reunidos os melhores aspectos das duas companhias, mais especificamente a capacidade dos projetistas da IBM e a experiência da Motorola em técnicas de produção em massa de componentes de muito alta escala de integração. De fato, ficou com esta última a responsabilidade pela fabricação do microprocessador em suas próprias instalações, podendo igualmente comercializá-lo livremente a terceiros.

A Motorola é o terceiro fabricante mundial de *chips*, dominando, inclusive, grande parte do milionário mercado mundial de microcontroladores, dispositivos incorporados a equipamentos das mais diversas naturezas, como telefones e fornos de microondas. Além disso, tem na indústria automobilística de Detroit um de seus clientes privilegiados.

O acordo abriu-lhe, todavia, novas perspectivas, na medida em que sua linha de microprocessadores estava envelhecida e sem condições de enfrentar a concorrência. De fato, vinha trabalhando com sua tradicional família CISC 680X0 (68000, 68020, 69030 e 68040), tendo acumulado significativo atraso no desenvolvimento de *seu chip* da categoria do Pentium, o 68060, até hoje comercialmente não lançado.

Já houve época em que a empresa fornecia a maior parte dos microprocessadores RISC (da linha 88000) que equipavam as estações de trabalho, contando entre seus clientes com nomes de peso como a Hewlett-Packard e a Sun Microsystems. Contudo, desde então, essas e outras companhias desenvolveram seus próprios dispositivos, também de tecnologia RISC, abandonando os modelos da Motorola, tendo permanecido apenas a Apple como seu grande cliente. Ora, esta já vinha emitindo inequívocos sinais de não desejar ser a última companhia a continuar emprestando-lhe seu apoio. Nessas condições, para a Motorola, a colaboração no projeto PowerPC revelou-se um achado, ainda que a adesão ao mesmo não tenha caráter de exclusividade, posto que segue investindo em sua própria linha de microprocessadores.

A IBM dá mostras de cautela similar, ao continuar produzindo suas próprias máquinas RS/6000, ainda que tendo planos de, gradualmente, também ir adotando os dispositivos de arquitetura PowerPC. De qualquer forma, não pretende parar de montar os sistemas baseados na família Intel X86, sinal inequívoco de que não tem qualquer intenção de abandonar a estratégia que lhe assegurou o sucesso de seus computadores de mesa.

A mais decidida nessa questão da migração para a nova arquitetura parece ser a Apple. Tendo sempre trabalhado com a linha 680X0 da Motorola, já anunciou sua futura linha de produtos exclusivamente baseada no PowerPC. De qualquer forma, prevê, da mesma forma, uma transição gradual para o novo microprocessador, a ser completada no prazo de dois anos, devendo ainda comercializar, por algum tempo, seus Macintosh (MAC) tradicionais.

Observe-se que os novos Apple PowerPC serão também modelos Macintosh, uma vez que, por emulação, poderão aproveitar todas as aplicações escritas para a família do Motorola 68000. É verdade que, por si só, isso não garantirá o entusiasmo dos usuários pela troca, posto que as aplicações antigas rodarão na nova plataforma a velocidades praticamente iguais às oferecidas pelos velhos, e mais baratos, modelos MACs. De qualquer forma, a intenção da Apple é incorporar o PowerPC a três linhas diferentes de máquinas, a primeira das quais lançada em março de 1994, e as outras duas devendo estar disponíveis no decorrer de 1995.

Uma vez completa, a família do microprocessador PowerPC será composta de quatro membros. O primeiro deles, de menor desempenho e preço, é o 601 e está destinado a equipar os computadores pessoais de mesa. O 603, similar ao primogênito, diferencia-se apenas por ser de baixa voltagem, sendo, portanto, adequado para *notebooks* e *subnotebooks* em função do baixo consumo de energia. O 604 deverá

dobrar o desempenho do 601 e estabelecer-se, em se concretizando os desígnios de seus criadores, como o novo microprocessador-padrão para a corrente principal dos micros *desktop*. O 601 já foi lançado, e o 603 e o 604 deverão sê-lo durante o segundo semestre de 1994. Já o último membro da família, o 620, está programado para 1995, esperando-se dele a alta *performance* capaz de qualificá-lo como integrante de estações de trabalho e servidores *top-of-line*.

Paralelamente, a Motorola está desenvolvendo outras versões do PowerPC, que servirão como microcontroladores em veículos da Ford Comp., bem como em outros equipamentos diversos, como controladores de rede, impressoras, televisores digitais e máquinas de fax.

É evidente que o eixo principal da parceria estabelecida pela Apple, IBM e Motorola está apoiado na idéia da montagem, por parte das duas primeiras, de microcomputadores de grande desempenho e baixo custo, baseados em um mesmo tipo de microprocessador. Com efeito, apenas a demanda derivada das máquinas Apple e IBM (juntas detêm quase 30% do mercado de micros) já seria suficiente para garantir ao novo componente uma procura capaz de transformá-lo no *chip* RISC mais bem vendido de todos os tempos.

São as potencialidades desse mercado que diferenciam efetivamente o novo microprocessador de seus congêneres RISC, muito mais do que as inovações técnicas introduzidas, que não são provavelmente de grande monta. Devem ser também referidos, como elementos que o individualizam, o volume de investimentos para ele já canalizado, ultrapassando US\$ 1 bilhão, bem como o apoio declarado de um número razoável de fabricantes de *hardware* e de *software*. Assim, é certo que as grandes empresas de *software* oferecerão seus aplicativos também em versões nativas PowerPC, com ganhos significativos em termos de *performance*.⁴ Ainda neste campo do software, não é possível deixar de ressaltar outro ponto importante a favor da plataforma computacional do PowerPC e que se refere à sua impressionante capacidade de rodar os mais variados sistemas operacionais, capacidade esta já viabilizada ou em vias de sê-lo em futuro próximo.⁵

É com base em atributos dessa ordem que a Apple, primeira empresa a incorporar o novo microprocessador, vem apostando nas suas condições de desafiar os micros da linha PC. O principal adversário a enfrentar nessa disputa por uma parcela significativa de mercado é certamente o Pentium da Intel. Para tanto, conta o PowerPC com alguns pontos positivos, a exemplo de sua velocidade de processamento de 66MHz no modelo 601, a mesma da primeira versão do Pentium. Quanto à sua *performance* computacional, iguala-se à *do chip* da Intel nas operações de números inteiros e oferece um desempenho cerca de 40% maior nas chamadas operações de ponto flutuante, especialmente decisivas para as aplicações gráficas e de cálculos matemáticos. Igualmente importante é o seu funcionamento a 3,6 volts, o que implica menor demanda de energia e, em conseqüência, menor dissipação de calor residual.

⁴ Até o momento, segundo informações da própria Apple, já estão disponíveis 50 aplicativos desenvolvidos especificamente para o Power Macintosh.

⁵ Estão incluídos na relação: System 7, sistema operacional dos microcomputadores Macintosh; SOLaris, sistema da Sun Microsystems; OS/2, da IBM; Pink, sistema orientado para objeto que a Taligent (acordo Apple-IBM) está desenvolvendo; AIX, sistema Unix-like da IBM; DOS/Windows NT da Microsoft; e PowerOpen, que resultará da unificação dos sistemas IBM AIX e Apple AU/X, atualmente em desenvolvimento.

Mas o maior trunfo do PowerPC 601 é certamente seu preço de venda, fixado inicialmente na faixa de US\$ 280 a US\$ 374, contra um preço de lançamento variando entre US\$ 843 e US\$ 926 para o Pentium em sua primeira versão (SANTALESIA, 1993, p.206).

O PowerPC pode ser vendido a preços menores tanto porque se trata de um dispositivo RISC — portanto, mais barato de produzir que um CISC —, como por utilizar um novo processo de fabricação baseado na tecnologia CMOS de 0.6 micron, que facilita a obtenção de transistores ainda menores. Somando-se a isso um *layout* otimizado, que reduz o espaço ocupado com as interfaces externas, chega-se a um componente de tamanho bem mais compacto que o Pentium: 120 mm² contra 264 mm² respectivamente.⁶ Dessa forma, é possível obter um maior número de *chips* a partir de um *wafers* de silício de mesmo tamanho, o que equivale a dizer que se trabalha com um processo de produção mais rentável.

Ora, exceto pela questão do preço, as vantagens acima delineadas resultam de uma comparação com a primeira versão do Pentium, introduzida há cerca de um ano atrás. Tal situação alterou-se bastante a partir do momento em que a Intel iniciou a comercialização dos novos modelos Pentium de 90 e 100MHz. De fato, estes são também fabricados com tecnologia de 0.6 micron e 3,3 volts, tendo sido superado o grave problema da geração de calor que comprometia o Pentium de 66MHz. O anúncio das novas versões de microprocessadores coincidiu, e certamente não por acaso, com o lançamento dos Power Macintosh da Apple, como a lembrar a fabricantes e usuários que a Intel não ficará paralisada enquanto os concorrentes se agitam, continuando a colocar no mercado uma sucessão de novos e poderosos *chips*.

Esse fato já bastaria para ilustrar as dificuldades que, nesta segunda metade da década dos anos 90, a nova arquitetura PowerPC deverá enfrentar para impor-se. É inegável que tem boas chances de conquistar um espaço próprio significativo entre os microprocessadores, já não sendo tão óbvio seu sucesso enquanto desafiante da Intel. Qualquer que seja o desfecho, para integradores de sistemas e usuários, sua mera existência abre o leque das alternativas, contribuindo para minar a ligação unívoca à família X86. Outra constatação animadora refere-se ao fato de ser chegada a hora de colocar o poder de fogo das *workstations* ao alcance dos micros de mesa.

Bibliografia

- BRINCO, Ricardo. A chegada do power PC esquentar a guerra do chips. *BUSINESS WEEK* (1994) Corporate scoreboard. New York: McGraw Hill, n.677, p.66, 7 mar.
- GAZETA MERCANTIL (1.2.94). Intel anuncia novo chip para ser comercializado no final do próximo ano. São Paulo, p.11.
- SANTALESIA, Rich (1993). Battle chips. *Computer Shopper*, New York: Coastal Associates, v.12, n.5, p.228-231, 236-237, 240.

⁶ Veja-se que, mesmo assim, o PowerPC 601 consegue reunir 2,8 milhões de transistores, enquanto o Pentium conta com 3,1 milhões.