

**Uma necessidade imperativa no limiar de uma nova “revolução industrial”.**



por: Victor Correia Santos\*

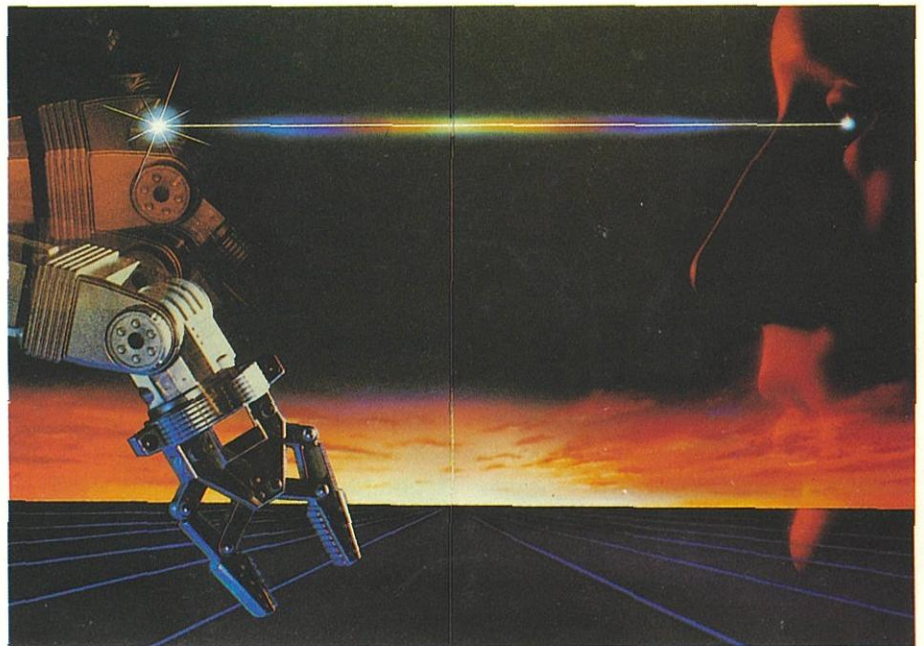
## “A AUTOMATIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL”

### Síntese:

*A Integração no Mercado Europeu coloca à Indústria Nacional a necessidade do estabelecimento de mecanismos que a dotem de competitividade num mercado de grande dimensão. Esses mecanismos incluem a automatização do Sistema de Produção e a utilização de novas tecnologias e métodos de gestão, nomeadamente o CAD (Computer Aided Design), o CAM (Computer Automated Manufacturing), o CIM (Computer Integrated Manufacturing), as Células de Fabricação Flexível, a Armazenagem Inteligente, etc. No entanto, o perfil do mercado sofreu, ao longo da década actual, significativas modificações pelo que qualquer decisão de investimento na ampliação, reconversão ou instalação de um Sistema de Produção (Linha de produção) deve ser singularmente analisada de modo a obter-se uma resposta adequada às necessidades especificadas e a mais elevada rentabilidade possível.*

\* Victor Correia Santos

Licenciado em Engenharia Electrotécnica. Mestrado em Sistemas Digitais e Computadores. Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto nas áreas da Informática e da Electrotecnia. Investigador do INESC — NORTE na área dos Sistemas Gráficos e de Imagem.



O caminho, já iniciado, para a plena integração na Comunidade Económica Europeia não pode deixar de colocar, à Indústria Nacional, um conjunto de questões de difícil e arriscada resposta. Trata-se, fundamentalmente, de decidir a direcção principal do investimento no sistema de produção, no momento em que as características fundamentais do mercado sofrem profundas mutações, quer no plano nacional quer no plano internacional.

No plano Nacional, porque a plena integração no Mercado Único, com o estabelecimento da livre circulação de pessoas, bens e capitais vai modificar, certamente de modo muito profundo, o perfil

do mercado actual da nova Indústria.

De facto, um País em que uma parte importante da sua Indústria produz para um mercado interno de reduzida dimensão e em que a exportação não adquire um significado globalmente importante e se situa no âmbito de reduzido número de produtos baseados em matéria-prima de exploração tradicional e quase secular é, no quadro do Mercado Único Europeu, presa fácil da Indústria estrangeira, já dotada desde há muito dos mecanismos tecnológicos e de marketing necessários para uma participação aguerrida num ambiente fortemente concorrencial.

Os factores económicos que são o principal suporte da viabilidade da Indústria nacional, a protecção geográfica e o tradicional menor custo da mão-de-obra desaparecerão, não sem que antes cumpram o seu papel de catalizador da mobilidade da Indústria estrangeira do centro da Europa para a área atlântica, numa operação que, mais do que conquistar um novo mercado, se limitará a instalar nele, aproveitando, enquanto puder, as características favoráveis dos factores de produção locais.

Também, a percepção que se tem da intervenção exterior da Indústria nacional não é de molde a alijar preocupações. A intervenção faz-se essencialmente em sectores bem definidos, onde a indústria tem uma implantação tradicional; e sempre que tem sido necessário disputar, mesmo nesses sectores, o mercado internacional, temos sofrido perdas mais ou menos avultadas.

Noutros casos envereda-se pela exportação da matéria-prima, perdendo-se a mais-valia que resulta da transformação do produto, ou pela incapacidade de atingir as quotas de mercado necessárias, ou por falta de capacidade tecnológica para responder às crescentes exigências do mercado, ou por falta de capacidade de investimento para ultrapassar estes constrangimentos. E, embora em casos isolados muito sectoriais, algumas indústrias tenham conseguido penetrar nos mercados internacionais, a avaliação global que pode ser feita mostra-nos, inequivocamente, grandes fragilidades nesta área.

O quadro que se desenha, embora impreciso e muito genérico, contém, em nosso entender, as linhas principais da situação esperada para um muito curto prazo, o que decorre até 1992 ou

pouco mais. E a questão que, neste quadro, se coloca, é uma questão de quase sobrevivência para um conjunto vasto de empresas industriais, que tem de ser analisado sem dramatismo, mas com lucidez. O Programa (nacional) Específico de Desenvolvimento da Indústria Portuguesa (PEDIP) tem de ser o instrumento capaz de dinamizar a resposta às necessidades que decorrem, para a Indústria, nacional, da integração europeia e tem que ser integralmente aproveitado, sob pena de se poder constituir numa oportunidade perdida.

Este Programa define, e bem, os grandes vectores de orientação que permitirão a ultrapassagem deste quadro: a criação das infra-estruturas fundamentais, o desenvolvimento pela inovação tecnológica e a formação.

O investimento massivo, e segundo estas linhas, nos sectores mais viáveis do ponto de vista do Mercado Único Europeu, é condição necessária para o fortalecimento da independência económica e para que o País se possa assumir como um interlocutor válido na definição de políticas de intervenção no quadro europeu, condição básica para a defesa dos interesses nacionais e factor de prestígio internacional.



## Um mercado em mudança

A necessidade de um investimento no desenvolvimento pela inovação tecnológica coloca um conjunto de questões a que o nosso meio industrial e também o nosso meio científico e tecnológico, não pode responder sem algumas hesitações. A verdade é que o perfil da produção industrial está a sofrer uma profunda mutação, impulsionada e impulsionando também, o desenvolvimento tecnológico, a tal ponto que não é exagerada a afirmação de que nos encontramos no limiar de uma nova revolução (ou, pelo menos, concepção) industrial.

A questão chave reside no facto de se estarem a verificar condições externas que implicam modificações profundas na política dos sistemas de produção, fazendo-os transferir do contexto em que, fundamentalmente, se procurava a obtenção de uma economia de escala para aquele em que é necessária uma economia de âmbito.

Se quisermos caracterizar o sistema de produção (fábrica) clássico, podemos dizer que produzia uma gama limitada de produtos, todos com um tempo de vida útil elevado, em grandes séries, e intensivamente padronizados.

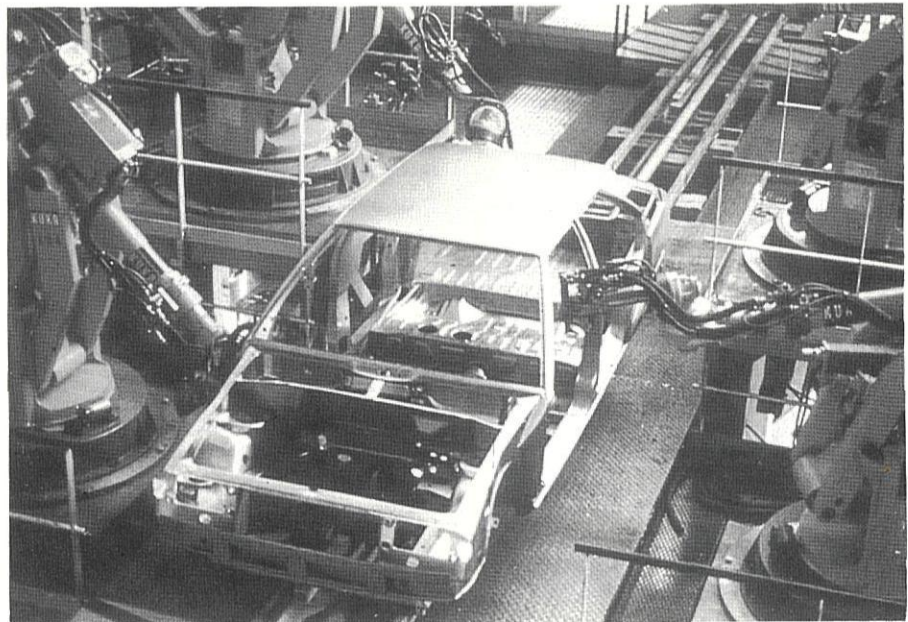


Eram fábricas centralizadas, projectadas para a fabricação em série de um produto, utilizando mão-de-obra intensiva, com distribuição zonal do equipamento e processamento por lotes, com armazenagem intermédia para regularização dos fluxos internos de materiais e armazenagem final como tampão entre a carga produtiva e a absorção do mercado.

Estas fábricas, com organizações que derivam das clássicas concepções "Fordistas", praticando uma economia de escala como resposta às necessidades de optimização da rentabilidade do investimento, respondem, no entanto, muito mal às necessidades dos mercados de hoje, que se caracterizam essencialmente por uma definição personalizada dos produtos, os quais têm em geral uma vida muito curta, imposta quer pela obsolescência tecnológica, quer apenas por imperativo da moda, e com grandes exigências de qualidade e flexibilidade.

Além disso é evidente o fenómeno da mundialização da produção e da distribuição, com o conseqüente acréscimo da competitividade, que se traduz em termos de resposta rápida e adequada a clientes que são, em cada dia, mais exigentes e que baseiam as suas opções em estudos complexos da oportunidade e rentabilidade do seu investimento.

Estes factores obrigam a uma inflexão profunda na organização dos sistemas de produção, os quais devem realizar um novo tipo de economia, a economia de âmbito, que permita uma grande alterabilidade da linha dos seus produtos, responder em tempos muito curtos a encomendas personalizadas, e ainda dar uma resposta adequada ao constante aumento do custo dos factores de produção, essencialmente no que se refere ao equipamento e mão de obra.



Para responder a estes imperativos, a Fábrica actual tende a utilizar organizações descentralizadas, com equipamento dispendioso de grande flexibilidade e modularidade de modo a permitir a alterabilidade da produção, utilizando técnicas que permitam a redução dos tempos de preparação e de espera e, finalmente, sem a utilização de armazenagem, cada vez mais difícil de controlar do ponto de vista das necessidades do mercado e com pesada incidência nos custos de produção.

Só a inovação tecnológica permite responder a este desafio. Mas a inovação tecnológica tem, necessariamente, de ser entendida no conhecimento exacto, amplo e integrado das necessidades que o mercado impõe à organização dos sistemas de produção, sob risco da ocorrência da obsolescência precoce do sistema, da desadequação e debilidade concorrencial da empresa, enfim, da oportunidade e rentabilidade do investimento efectuado.

Assim, devem coexistir hoje sistemas de produção com organizações que vão desde os Sistemas Universais, em que o processo não depende do desenho de produto (por exemplo, uma

fábrica com máquinas ferramentas convencionais), aos Sistemas Dedicados, em que o processo depende do desenho do produto, passando pelos Sistemas Programáveis, em que o processo se adapta a uma maior ou menor gama de produtos (por exemplo, fábricas usando máquinas com controlo numérico) e Sistemas Fléxíveis, em que o processo, sem necessidade de reconfiguração, é capaz de fabricar uma grande variedade de produtos.

## Uma nova etapa na concepção do Sistema de Produção

É interessante notar que um objecto do nosso quotidiano corporiza esta mudança drástica no perfil dos Sistemas de Produção: o automóvel.

Tomado como expoente da fabricação em série e padronizada, por imperativo das leis concorrenciais e dos novos estilos de procura, é hoje essencialmente produzido em Sistemas Flexíveis, densamente automatizados, utilizando grande modularidade, permitindo oferecer, num mesmo modelo, diferentes motores,

diferentes carroçarias e um grande número de opções mantendo um preço sensivelmente constante. E que dizer dos anos que durou, sem alterações, o velho Citroen "arrastadeira", em comparação com a efêmera duração de qualquer modelo actual?



E, voltando um pouco atrás, se quisermos estabelecer o contraste entre o que é corrente em matéria de hábitos no mercado nacional e internacional, podemos comparar a vida média de uma mobília numa divisão da nossa casa, e a vida média que tem uma mobília na Alemanha ou num país nórdico: cerca de 5 anos, sendo vendida em segunda mão no caso da Alemanha e, pura e simplesmente, encostada ao contentor do lixo no caso dos países nórdicos. Que cuidados não devemos ter perante tão diferenciados comportamentos dos mercados?

É a resposta a estes tipos de questões, que faz introduzir no nosso actual discurso industrial a utilização de novas tecnologias, com o objectivo de automatizar, em maior ou menor grau, o Sistema de Produção.

Vale a pena, mesmo em termos ligeiros, fazer o esboço histórico da evolução da mecanização-automatização do Sistema de Produção de modo a podermos ter uma ideia de onde nos situamos actualmente relativamente às sociedades industriais mais avançadas e, por este meio, perspectivar uma medida do esforço a realizar.

*Podemos distinguir e projectar, ao longo das últimas décadas deste século, cinco fases distintas para a automatização do Sistema Produtivo na área da produção de pequenas e médias séries, área onde a evolução tecnológica mais se faz sentir.*

Na primeira fase, na década de 50 e parte da de 60, as máquinas eram essencialmente manuais, e sendo a indústria de mão-de-obra intensiva, a produção em série colocava essencialmente problemas de organização do fluxo de materiais, recorrendo-se à armazenagem intermédia como forma de tamponar fluxos regulares. Não se distinguiu a produção de pequenas ou grandes séries, e a produção de pequenas séries originava sempre uma diminuição da produtividade. Estava-se porém na era do mercado de vendedores e a colocação dos produtos estava, em geral, garantida.

Na segunda fase, que abranje as décadas de 60 e 70, começaram a aparecer as primeiras máquinas de controlo numérico (NC), em geral



com programação por fita. Este estágio de mecanização corresponde aos estádios superiores da automatização convencional das linhas de produção de grandes séries, e os objectivos a atingir eram o aumento da produtividade e uma certa independência da mão de obra, que afectava ao produto custos sempre crescentes.

Na terceira fase, que situamos na década de 70/80, verificou-se a tendência, já referida, de alteração dos mercados, que passam de mercados de vendedores a mercados de compradores, isto é, gradualmente, deixa de ser o Sistema Produtivo a fixar a categoria de produtos disponíveis, passando a ser o cliente a definir os produtos que deseja. Os reflexos imediatos foram a diminuição da dimensão das séries e a redução do ciclo de vida dos produtos. A organização dos Sistemas Produtivos utilizados nas fases anteriores deixa de responder adequadamente, pela ausência de fluxos regulares, ponto base daquela organização. Alguns equipamentos tornam-se superutilizados e outros subutilizados, originando estrangulamentos no fluxo de materiais e produtos. A produtividade baixa.

O primeiro passo no sentido de alterar a situação foi a flexibilidade do equipamento, com a introdução de máquinas de controlo numérico por computador (CNC). O estabelecimento de redes de controlo distribuído (DNC), integrando várias máquinas CNC foi o início da modificação da organização do Sistema Produtivo.

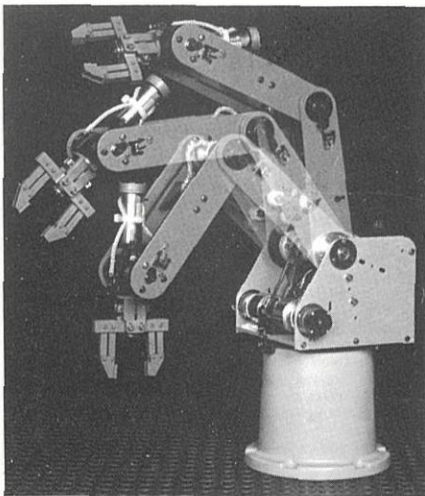
### “Stock Nulo” e “Just in Time”

Na quarta fase, aquela em que nos situamos, acentua-se a tendência para o mercado de compradores e a organização do Sistema Produtivo passa, decisivamente, do campo da

mão-de-obra intensiva para o do capital intensivo. Deixa de se produzir para armazenagem, como meio de equilibrar fluxos nas linhas de produção, e passa-se a fabricar sob pedido e com respostas rápidas. Nascem os conceitos de *Stock Nulo* e *Just in Time*, isto é, dispõe-se dos materiais e produtos necessários na qualidade, tipo e local certos.

Hoje avança-se decididamente na flexibilização e automatização do Sistema Produtivo. Na fase inicial do ciclo de produção encontram-se as técnicas de CAD (Computer Aided Design — Projecto Assistido por Computador), que permitem projectar o produto a partir da especificação do Cliente, visualizar o aspecto final que irá ter, efectuar as alterações e correcções necessárias e gerar os mapas de preparação do trabalho ou mesmo os programas de controlo das máquinas CNC.

O "Lay-out" da Fábrica é modificado, modularizado, e construído à base de Células de Fabricação dispondo de duas ou três máquinas CNC e, desejavelmente, de um manipulador ou "robot" para serviço de materiais e ferramentas, com um elemento de controlo local, normalmente um Autómato Programável.



Nasce a ideia do CAM (Computer Automated Manufacturing — Fabricação Assistida por

Computador): o objectivo é a Produção Automatizada, com a redução ao mínimo da mão de obra, minimizando os tempos de permanência do produto na oficina, em especial nas séries pequenas e médias. As várias células de fabricação flexível são interligadas entre si e com os armazéns automatizados de materiais e ferramentas. O Sistema CAD interliga-se directamente ao Sistema CAM, permitindo aumentos extraordinários de produtividade. Todos os computadores são interligados, permitindo implementar o controlo distribuído do Sistema Produtivo, obtendo-se assim o mecanismo que permite racionalizar o funcionamento das células, evitando desde o início engarrafamentos que seriam, como o controlo convencional, inevitáveis num sistema de fluxos irregulares.

## A fábrica automatizada

A quinta fase, que se desenvolverá na próxima década, será a fase do CIM (Computer Integrated Manufacture — Produção e Gestão, Computadorizadas). O objectivo é concatenar todos os dados numa Fábrica Automatizada (FA), integrando todos os aspectos do Projecto, Produção e Gestão, de modo a obter a máxima produtividade. Todos os elementos da Fábrica Automática são inteligentes (computadorizados) e interligados em rede.

Por meio desta rede de computadores é efectuada a confirmação de uma encomenda, efectua-se a gestão dos materiais, geram-se no sistema CAD as listas de peças e os programas de fabricação, programam-se as máquinas CNC ou as células flexíveis, e procede-se ao despacho dos produtos e às operações de gestão (facturação, tesouraria, gestão de armazéns, etc).

O "Committe on the CAD/CAM Interface, National Council, USA", estima que a introdução do CIM permita elevados benefícios nas seguintes áreas:

1. REDUÇÃO DOS CUSTOS DE DESENVOLVIMENTO	CERCA DE 15%
2. REDUÇÃO DO TEMPO DE PRODUÇÃO	30% A 60%
3. REDUÇÃO DO "STOCK" MÉDIO	30% A 60%
4. REDUÇÃO DE TEMPOS MORTOS	50% A 70%
5. AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	40% A 70%
6. REDUÇÃO DE CUSTOS DE MÃO DE OBRA	30% A 40%
7. AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DO EQUIPAMENTO	100% A 200%

É uma organização que implica altos investimentos e, por consequência, altos riscos, e é actualmente mais um objectivo do que uma realidade. Mas os benefícios que se esperam obter das novas organizações dos Sistemas Produtivos são tangíveis, e vale a pena ter o conhecimento desse facto quando se perspectiva, tal como agora acontece no nosso País, um investimento importante no tecido industrial. Porque o risco de dar respostas rapidamente obsoletas às necessidades do mercado de hoje também é elevado.

