

## PRODUTIVIDADE FABRIL I - MÉTODO PARA RÁPIDO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE FABRIL

**José Celso Contador**

Professor Livre-Docente do Dep. Eng. de Produção da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da UNESP  
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - Caixa Postal 205 - 12.500-000 Guaratinguetá - SP - fone: 0125-222800  
R.189

Ex-Prof. Dr. da Escola de Engenharia de São Carlos da USP e consultor industrial

[Este artigo é o primeiro de uma série de três artigos sobre Produtividade Fabril. A parte II será publicada no vol. 2, n. 1 (abril/1995) e a parte III no vol. 2, n. 2 (agosto/1995)]

*O método para rápido aumento da produtividade fabril, aplicável principalmente à indústria brasileira de manufatura (17% do PIB), fundamenta-se exclusivamente na redução ou eliminação do tempo inativo do homem, da máquina e do material, que é a grande causa da ineficiência. O método exige a utilização de apenas cinco das mais simples, elementares e conhecidas técnicas e é aplicável às vinte situações mais freqüentes (objetos de estudo) na indústria de manufatura. Nossa experiência atesta que o método é capaz de aumentar a produtividade fabril em valor superior a 30%, em poucos meses e de forma perene (houve um caso de aumento de 160% em toda uma seção de usinagem de uma empresa multinacional). Sua aplicação e a implantação das medidas dele decorrentes são feitas com extrema facilidade e, por isto, os resultados surgem muito rapidamente. Atinge portanto seu objetivo: proporcionar aumento da produtividade fabril em curto espaço de tempo. Os demais artigos da série detalharão os objetos de estudo.*

**Palavras-chave:** *produtividade fabril, tempo inativo, amostragem do trabalho, piso-de-fábrica, diagnóstico.*

### 1. Posicionamento Dentro do Modelo de Competitividade

O modelo que desenvolvemos para aumentar a competitividade da indústria brasileira de manufatura centra-se na necessidade da criação de um ambiente de cooperação e participação dentro da empresa, como condição indispensável à implantação das técnicas gerenciais japonesas.

Para criar esse ambiente, entendemos ser absolutamente necessário celebrar um pacto intra-empresarial, pelo qual, em troca da colaboração dos funcionários e operários, a empresa garanta estabilidade no emprego.

Mas, por outro lado, a empresa industrial brasileira precisa urgentemente ser mais produtiva a fim de eliminar o desnível de competitividade que a separa da indústria internacional. Este desnível é tão grande que a empresa se vê diante do enorme desafio de ter que alcançar alto incremento de produtividade. Como as

perspectivas de aumento no volume de vendas não são suficientes para sustentar um aumento de produção com o mesmo quadro de pessoal, situação onde o acréscimo de produtividade seria igual ao acréscimo de produção, a empresa sente-se compelida a demitir empregados. Em outras palavras, como o crescimento da produtividade precisa ser maior do que o crescimento das vendas e da produção, é necessário reduzir a quantidade de funcionários.

A empresa, pois, enfrenta um grande dilema: como garantir emprego se precisa demitir pessoal? O modelo para aumentar a competitividade resolve esta dificuldade estabelecendo que, antes da celebração do pacto intra-empresarial garantidor de emprego, sejam implementados três grupos de medidas destinados a conseguir um substancial ganho de produtividade. Ou seja, a empresa precisa necessariamente, segundo nossa concepção, suportar o pacto intra-empresarial e a criação de ambiente cooperativo, indispensáveis à introdução das técnicas gerenciais participativas, sobre um tripé gerador de um significativo salto na produtividade: redefinição da linha de produtos e revisão do projeto dos produtos; reestruturação dos negócios e da organização administrativa; e implantação de programas de rápido aumento da produtividade fabril, a ser tratada neste e nos próximos artigos desta série.

Estes programas de aumento de produtividade, por serem anteriores à celebração do pacto intra-empresarial, não podem ter como premissa o ambiente cooperativo. Portanto, não podem basear-se nas técnicas gerenciais participativas, de grande aceitação atual. Devem, por decorrência, fundar-se nas técnicas tradicionais derivadas dos enfoques taylorista e fordista, uma vez que estas não pressupõem a cooperação dos empregados.

Agora, após todas essas colocações, é possível definir com clareza o objetivo a ser atingido: **umentar rapidamente a produtividade fabril por meio das técnicas tradicionais.**

## 2. Importância da Produtividade

A produtividade é a relação entre os resultados da produção e os recursos produtivos a ela aplicados e é medida em três níveis: da operação, da empresa e da nação. No nível da operação, reflete o conceito taylorista de aumento da capacidade produtiva dos recursos envolvidos numa operação. No nível de toda empresa, reflete a relação entre o faturamento e os custos totais, denominada por FALCONI CAMPOS (1989) de taxa de valor agregado, e inclui toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores até os clientes. No nível da nação, reflete o conceito de renda *per capita*.

Devido ao constante aumento da produtividade ao longo deste século, pela via do capital e pela via do trabalho, muitas empresas conseguiram reduzir o custo da mão-de-obra a valores inferiores a 10% do custo total. Portanto, aplicar altas quantias em caros estudos para incrementar alguns pontos percentuais na produtividade, no caso dessas empresas, passou a ser investimento com um retorno a muito longo prazo. Daí, a preocupação com produtividade foi perdendo importância em muitas empresas.

Entretanto, a análise das empresas mais bem-sucedidas, notadamente as japonesas, constatou que todas elas operam com níveis elevados de produtividade. A

busca de uma explicação descobriu que o foco da produtividade havia mudado: as empresas bem-sucedidas perseguem o acréscimo constante da produtividade, não apenas para reduzir o custo da mão-de-obra mas para obter vantagens competitivas, sem desprezar obviamente a redução do custo.

Se a empresa, por exemplo, escolher competir em variedade de modelos, precisa ter rapidez na preparação de máquinas, rapidez na manufatura. Se escolher competir em novos produtos, precisa de agilidade para projetar, preparar protótipo, construir ferramental, divulgar o novo produto, estudar processos, preparar máquinas e fabricar. Se escolher competir em prazo de entrega, precisa de rapidez na produção. E a empresa só alcança esses atributos, necessários à competição no campo escolhido, se tiver alta produtividade. Ou seja, possuir alta produtividade é condição para alcançar uma dessas vantagens competitivas. Basicamente, este é o raciocínio feito por ZACCARELLI (1990) para definir o que chamou de produtividade estratégica.

Além de ter mudado o foco da produtividade, passando da redução de custo para a obtenção de vantagens competitivas, mudou também a abrangência da produtividade: hoje ela não fica restrita à operação, como pregava Taylor, mas abrange toda a empresa, e mais ainda, abrange toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores até os clientes, como já mencionado. E alcança outros setores antes excluídos, como o inventário. Assim, o aumento da produtividade do homem, da máquina e do inventário permite a redução do preço e do prazo de entrega e a conquista de outras vantagens competitivas.

Além das alterações de foco e de abrangência, modificou-se também a amplitude da importância da produtividade, transpondo os limites da empresa para alcançar toda a nação. Michael PORTER (1990a, 1990b) muito contribuiu para esta modificação, que afirma enfaticamente: "O único conceito significativo de competitividade nacional é o de produtividade, entendida esta como o valor da produção realizada por unidade de trabalho ou de capital. Como o principal objetivo de um país é proporcionar um elevado padrão de vida para seu povo, obtê-lo depende da produtividade com a qual o trabalho e o capital nacionais são empregados".

Essas três importantes mudanças, de foco, de abrangência e de amplitude, deram vida nova à produtividade, e todas as empresas conscientes a buscam com tenacidade e persistência. Tanto assim que Peter Drucker elegeu-a como o grande desafio da década de 90.

A grandeza da produtividade justifica esta série de artigos, que ficarão restritos ao nível da operação de fabricação, pois, sendo muito baixa a produtividade da maioria das empresas da indústria de manufatura brasileira, é bastante alta a potencialidade dos ganhos de produtividade no nível da operação.

O mais importante do método a seguir proposto é a rapidez na obtenção dos resultados, porquanto concentra-se na solução de apenas um problema do piso-de-fábrica. Apesar de focalizar um único problema, consegue um aumento de produtividade cuja magnitude impressiona fortemente. Tudo sob o manto da simplicidade.

### **3. O Método para Rápido Aumento da Produtividade Fabril**

### 3.1 Introdução

Ficou claro, no início deste artigo, que os programas de aumento da produtividade aqui propostos, por serem anteriores à celebração do pacto intra-empresarial, não podem ser baseados nas técnicas gerenciais participativas, uma vez que estas exigem um ambiente cooperativo, só obtível após o pacto. Devem, pois, fundar-se nas técnicas tradicionais derivadas dos enfoques taylorista e fordista.

O processo de aumento de produtividade por meio das técnicas tradicionais (estudo de tempos e movimentos, layout, ergonomia etc..) é moroso: demora meses, quiçá anos, para alcançar resultados significativos. É moroso porque exige o estudo detalhado de cada operação, dentre as centenas ou milhares que são executadas na fábrica. Em algumas operações, os ganhos de produtividade podem ser superiores a cem por cento; em outras, não ultrapassam dez por cento.

Ora, se a empresa se concentrasse naquelas operações que apresentam maior potencialidade de ganhos, os resultados viriam muito mais rapidamente, entusiasmando todos os envolvidos no processo: os técnicos em estudo do trabalho, os operários, os supervisores de produção, os gerentes e até os diretores.

O método proposto, a seguir, impõe aquela concentração e atinge este objetivo.

Este artigo tratará apenas de expor o método e discorrer sobre sua primeira etapa, que é o diagnóstico. Os outros dois artigos da série detalharão a sua aplicação aos vinte objetos de estudo.

### 3.2 A Grande Causa da Ineficiência: o Tempo Inativo

O método para o rápido aumento da produtividade fabril fundamenta-se na constatação de que a maior causa da ineficiência de grande parte das empresas da indústria brasileira de manufatura é o tempo inativo, chamado também de espera ou parada, do homem, da máquina e do material.

O homem e a máquina ficam esperando dentro do ciclo e entre os ciclos de trabalho; ficam parados na troca de produtos, na troca de turnos e durante os denominados tempos improdutivos (paradas para manutenção, por falta de material, por falta de programa, etc.), como se verá ao longo dos artigos desta série.

A redução, visando a eliminação, desses tempos inativos tem potencial para aumentar a produtividade de toda a área fabril em, no mínimo, 30%. Há, na nossa experiência, dois casos onde o aumento foi superior a 100%: um de 124% e outro de 160%, não numa operação, mas em toda uma seção de usinagem; e eram duas usinagens de uma gigantesca empresa multinacional!

Além da redução das esperas e paradas, o método concentrar-se-á em alguns outros poucos problemas, denominados objetos de estudo.

### 3.3 Etapas do Método

Para cada objeto de estudo, o método estabelece três etapas:

1. fazer um diagnóstico expedito que quantifique a potencialidade de ganhos de produtividade e defina a ordem de prioridade dos estudos a serem elaborados para aumentá-la;
2. proceder ao estudo, com instrumentos de resposta rápida, propondo solução aos problemas diagnosticados; e
3. testar, obter a aprovação da gerência e implantar as soluções.

Para cada uma dessas etapas, o método prevê quatro subetapas:

- a) objetivo;
- b) estratégia;
- c) técnica; e
- d) procedimento.

A figura, no final deste artigo, ilustra como deve ser estruturada cada etapa do método proposto, utilizando como exemplo o diagnóstico sobre os tempos inativos, cujas considerações estão nas seções 5 a 9.

### **3.4 Técnicas a Serem Utilizadas**

Outro ponto fundamental do método é a simplicidade das técnicas que utiliza: são necessárias apenas cinco das mais elementares técnicas:

1. observação do piso-de-fábrica;
2. gráfico ABC (Pareto);
3. uma variação da amostragem do trabalho ("work sampling");
4. conceito de carta de atividades múltiplas; e
5. dimensionamento de estoques.

Quanto às técnicas, o método é rígido, pois estabelece que em nenhuma hipótese, a não ser em situação excepcionalíssima, devem-se utilizar outras técnicas, também simples, tais como:

1. cronometragem extensiva;
2. estudo de movimentos do operário;
3. fluxograma;
4. arranjo físico da fábrica; e
5. ergonomia.

Obviamente, técnicas mais elaboradas não deverão ser utilizadas.

Também não se deve levantar dados primários, mas sim utilizar os dados disponíveis na fábrica. Quando não existirem dados, avaliar a situação pela observação visual ou não proceder ao estudo.

### **3.5 Objetos de Estudo**

Como mencionado, o método para rápido aumento da produtividade fabril fundamenta-se na constatação de que a maior causa da ineficiência de grande parte das empresas da indústria brasileira de manufatura é o tempo inativo.

Portanto, componente importante do método é a indicação de quais os problemas que devem ser resolvidos. Como o objetivo é alcançar um significativo aumento de produtividade num curto espaço de tempo, três foram os critérios adotados para a identificação dos objetos de estudo: os tempos inativos responsáveis pelas maiores perdas de produtividade, a frequência de sua ocorrência na maioria das empresas e a rapidez de sua redução ou eliminação, rapidez esta decorrente da facilidade de estudo e implementação.

Considerando, pois, estes três critérios, o método para rápido aumento da produtividade fabril deve concentrar-se nos seguintes objetos de estudo:

1. redução da espera da máquina durante as inspeções;
2. redução da espera do operário no trabalho grupal ou interdependente, abordando três tipos de situação:
  - 2a. trabalho em equipe;
  - 2b. produção em linha; e
  - 2c. operação com ajudante;
3. redução da espera do operador de máquina por meio da:
  - 3a. diminuição do tempo-máquina;
  - 3b. controle do tempo-máquina; e
  - 3c. atribuição de outras atividades ao operador;
4. redução dos tempos inativos decorrentes de interrupções da produção causadas pela:
  - 4a. troca de turno;
  - 4b. refeição e repouso; e
  - 4c. troca de produtos;
5. redução dos tempos improdutivos acarretados por:
  - 5a. causas mais relevantes;
  - 5b. espera pelo serviço de manutenção;
  - 5c. espera pelo serviço de preparação;
  - 5d. espera pelo operador; e
  - 5e. causas não apontáveis pelos procedimentos usuais;
6. redução das atividades improdutivas, examinando dois tipos de situação:
  - 6a. atividades improdutivas, propriamente ditas; e
  - 6b. atividades produtivas executadas num ritmo improdutivo; e
7. redução do tempo de espera do material em processamento mediante:
  - 7a. redução do tamanho do lote de fabricação;
  - 7b. aumento da velocidade de manufatura; e
  - 7c. estabelecimento de relações cooperativas com clientes e fornecedores.

Estes vinte objetos de estudo serão detalhados nos próximos artigos desta série.

Esses sete grupos de objetos de estudo representam as situações causadoras de esperas e improdutividade da máquina, do homem e do material que mais frequentemente encontramos em nossa vida profissional, dentro da indústria manufatureira brasileira. A redução dessas inatividades é relativamente simples, pois não depende de estudos longos ou profundos, mas sim da ação decisiva da gerência. A redução desses tempos inativos propicia ganhos de produtividade superiores a 30%, como provam várias implantações que fizemos em fábricas de porte médio, inclusive em algumas pertencentes a empresas multinacionais.

A facilidade e a rapidez dos estudos, a facilidade de implantação, a perenidade e a magnitude dos resultados e finalmente a alta relação benefício/custo, comprovam a adequação do método, baseado em técnicas tradicionais, à atual realidade da indústria brasileira de manufatura. Ou seja, para obter ganhos de produtividade com tais características, basta aplicar o método aos sete grupos de objetos de estudo.

A redução dos tempos inativos e das improdutividades encaixa-se no tipo de problema cuja solução é padronizada. Por esta razão, acreditamos que as soluções propiciadas pela aplicação do método proposto e apresentadas nos próximos artigos serão de grande utilidade para os gerentes e supervisores de produção brasileiros.

### **3.6 Méritos do Método**

Seis são os méritos do método proposto para rápido aumento da produtividade fabril:

- 1) formular um modelo geral para solução de problemas do piso-da-fábrica;
- 2) identificar as principais causas da ineficiência;
- 3) exigir o uso apenas de cinco técnicas simples;
- 4) vedar o uso de técnicas que exigem estudos demorados;
- 5) identificar os problemas mais freqüentes; e
- 6) propiciar significativo e perene aumento de produtividade num curto espaço de tempo.

Apesar de utilizar técnicas simples, o método exige amplo conhecimento e experiência do responsável pelos estudos, pois este precisará valer-se de muita observação pessoal e recorrer a situações similares do passado para poder formular corretamente o problema e dar prontamente uma boa solução, mesmo que não seja a ótima.

O método segue os preceitos enunciados por Descartes no tocante a "dividir cada uma das dificuldades ( ... ) em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem para melhor resolvê-las", e "conduzir por ordem meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo uma ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros." (DESCARTES, 1973, p. 45-46). Contudo, é necessário lembrar que não se pode perder de vista o geral, o sistema como um todo, ou seja: impõe-se também o enfoque sistêmico.

## **4. Rapidez, Magnitude e Perenidade dos Resultados**

Como se concluirá do exposto a seguir, o método é adequado à atual realidade da indústria brasileira de manufatura e conduz a ganhos significativos de produtividade num espaço de tempo bastante curto. Faz jus, portanto, ao seu título - método para rápido aumento da produtividade fabril.

### **4.1 Facilidade e Rapidez**

**Facilidade de compreensão.** Como o método está fundamentado nas técnicas tradicionais, todas as pessoas da fábrica, desde o gerente até o menos graduado operário, compreendem sem nenhuma dificuldade que a eliminação ou a redução dos tempos inativos da máquina, do homem e do material aumenta a produtividade (na linguagem coloquial de alguns, aumenta a produção).

**Facilidade de aplicação.** Utilizar o método é extremamente fácil, mesmo para os técnicos menos preparados, pois ele requer o uso de apenas cinco das mais elementares técnicas:

- observação do piso-de-fábrica;
- gráfico ABC (Pareto);
- amostragem do trabalho;
- conceito de carta de atividades múltiplas; e
- dimensionamento de estoques.

Se o técnico encarregado do estudo desconhecer alguma dessas técnicas, basta uma ligeira explicação para capacitá-lo a empregá-la.

**Rapidez de aplicação.** Devido à exigência de utilização de apenas cinco técnicas elementares, todas caracterizadas pela brevidade das conclusões, e devido à explicitação dos objetos da análise (os diversos tipos de espera da máquina, do homem e do material), os diagnósticos e os estudos requeridos para a aplicação do método são expeditos.

**Rapidez de resultados.** Como o método se concentra nos tempos inativos e nas operações que apresentam maior potencialidade de ganho, identificados no diagnóstico, os resultados em termos de aumento de produtividade são obtidos em curto espaço de tempo.

#### 4.2. Facilidade de implantação

A implantação das propostas decorrentes da aplicação do método para rápido aumento da produtividade é extremamente fácil e simples, devido a várias razões:

1. os operários compreendem imediatamente o teor das mudanças, pois seus conceitos são simples;
2. as mudanças não implicam alteração do processo de fabricação, ou seja, as máquinas e ferramentas continuam as mesmas;
3. as mudanças não implicam alteração do método de trabalho, ou seja, os movimentos do operário continuam os mesmos; e
4. as mudanças não exigem treinamento de operários, quando muito requerem leve adaptação a uma nova seqüência das operações.

Os resultados imediatos, mostrados a seguir, atestam a facilidade de implantação. Os estudos sobre a seção de usinagem de uma gigantesca empresa multinacional, feitos num curto espaço de dois meses, definiram as células de manufatura por processo nos moldes descritos no próximo artigo. Aprovada a nova organização do trabalho pelo gerente e pelo supervisor, marcou-se a implantação para o início de janeiro: nos dias 2, 3 e 4 seria feita a mudança da posição das máquinas para formar as células de manufatura, e, no dia 6, uma segunda-feira, às 6 horas da manhã, seria

retomada a produção sob o novo conceito. Já no próprio dia 6, os resultados foram surpreendentes. Comparem-se os dados da tabela 1, referentes à média mensal de 1985, com os da tabela 2, referentes à semana da implantação.

Os ganhos foram efetivamente expressivos.

A produção diária média que fora de 511 kg no espaço de sete meses, tendo alcançado em agosto o pico de 581 kg, saltou para a média de 780 kg na semana da implantação, evidenciando um aumento de 53% (era grande a dispersão dos dados da produção diária porque media-se o peso expedido).

A produtividade apresentou salto equivalente, pois a quantidade de operários foi mantida. A média, durante sete meses, de 3,2 kg por homem-hora passou para 5,0 kg por homem-hora, com um incremento de 56%.

Deve-se ressaltar que, na semana de implantação, o *mix* de produtos em fabricação foi desfavorável. Como a produção, e conseqüentemente a produtividade, era medida em quilogramas e o peso de uma peça usinada não reflete o esforço consumido nas suas operações. Por esta razão, o *mix* de produtos exerce grande influência, pois uma peça mais leve pode exigir mais homens-hora para ser usinada do que outra mais pesada.

TABELA 1 - ÍNDICES DE DESEMPENHO DA USINAGEM - 1985			
MÊS	PRODUÇÃO DIÁRIA MÉDIA Kg/dia	PRODUTIVIDADE MENSAL MÉDIA Kg/H.h	NÍVEL DE ATENDIMENTO AO CLIENTE %
JUN	388	2,7	85
JUL	485	3,0	99
AGO	581	3,8	406
SET	537	3,4	105
OUT	512	3,3	83
NOV	508	3,4	72
DEZ	565	3,1	84
MÉDIA	511	3,2	91
1) Produtividade - quilogramas por homem-hora			
2) Atendimento ao cliente - % de peça entregues em relação às encomendas			

TABELA 2 - ÍNDICES DE DESEMPENHO DA USINAGEM - JANEIRO DE 86			
DIA	PRODUÇÃO DIÁRIA EXPEDIDA Kg/dia	PRODUTIVIDADE DIÁRIA Kg/H.h	NÍVEL DE ATENDIMENTO AO CLIENTE %
6	798	5,1	-
7	593	3,8	-
8	510	3,2	-
9	1322	8,4	-
10	529	3,4	-
11	926	5,9	128
MÉDIA	780	5,0	128

- 1) Produtividade - quilogramas por homem-hora
- 2) Atendimento ao cliente - % de peça entregues em relação às encomendas

E a satisfação dos clientes foi enorme. O nível de atendimento das encomendas, que raramente atingia 100%, pulou para 128% no acumulado do dia 6 ao dia 11. O aumento de produtividade, refletindo-se num melhor nível de atendimento, acabou por provocar um efeito curioso: os clientes cortaram parte dos pedidos. Este efeito evidenciou que os clientes, não tendo confiança no integral fornecimento das quantidades solicitadas, colocavam encomendas superiores às suas necessidades, de forma a ficarem satisfeitos com um nível de atendimento da ordem de 85% a 90%.

Os expressivos aumentos de produção e de produtividade ocorridos na semana da implantação comprovam, indiscutivelmente, que o método é muito fácil de ser implantado.

### 4.3 Perenidade dos Resultados

Pelas razões expostas na seção anterior - facilidade de compreensão pelo operário, não alteração do processo de fabricação, não alteração do método de trabalho e não exigência de treinamento -, os ganhos de produtividade tornam-se perenes, não ocorrendo o tão indesejável e freqüente efeito de degradação de um novo método de trabalho. Isto é muito importante porque, além do ganho duradouro, as medidas decorrentes do método, uma vez implantadas, não geram preocupações futuras, não exigem retreinamento nem acompanhamento para verificar se os operários estão trabalhando de acordo com o estabelecido, ou seja, não exigem o costumeiro processo de manutenção de novos métodos de trabalho.

O mesmo caso relatado na seção precedente, o da usinagem em uma empresa multinacional, ilustra a perenidade dos resultados. Como se observa na tabela 3, a produtividade foi crescendo nos três primeiros meses até estabilizar-se num patamar superior a 7 quilogramas por homem-hora. A média anual de 1986, equivalente a 7,2 quilogramas por homem-hora, foi 125% superior à média dos sete últimos meses de 1985.

TABELA 3 - PRODUTIVIDADE - 1986	
MÊS	PRODUTIVIDADE Kg/H.h

jan.	5,23
fev.	6,35
mar.	7,15
abr.	7,53
mai.	6,75
jun.	,795
jul.	7,25
ago.	7,32
set.	7,53
out.	7,51
nov.	7,96
dez.	7,91
média	7,20
Produtividade em quilogramas por homem-hora	

No mês da implantação, janeiro de 1986, a produtividade, de 5,23 kg por homem-hora, foi 63% superior à média, de 3,2 kg por homem-hora, verificada nos sete últimos meses de 1985. Na semana da implantação, como mostrado na seção anterior, o aumento de produtividade foi de 53%.

Comparando-se o mesmo período de sete meses, de junho a dezembro, nos dois anos, nota-se que o aumento de produtividade foi de 138%, superior portanto aos 125% verificados ao longo de todo 1986, uma vez que a produtividade média de junho a dezembro de 1986 alcançou 7,63 kg por homem-hora.

#### 4.4 Relação Benefício/Custo

A facilidade de compreensão e de aplicação do método e a rapidez com que os estudos são feitos, aliadas à facilidade de implantação, comentadas nas duas seções iniciais, permitem concluir que os custos do diagnóstico, do estudo e da implantação são muito modestos.

Como os resultados em termos de aumento da produtividade são, na maioria dos objetos a serem analisados nos artigos seguintes desta série, bastante significativos, os benefícios do método são elevados. E obtidos rapidamente devido à facilidade de implantação.

Ora, benefícios elevados e rápidos, de um lado, e custos modestos, de outro, levam a uma alta relação benefício/custo com rápido retorno do investimento.

Este é, pois, o argumento conclusivo que recomenda a aplicação do método para rápido aumento da produtividade fabril à indústria brasileira de manufatura.

### 5. O Diagnóstico: Importância e Subetapas

#### 5.1 Importância do Diagnóstico

Das três etapas previstas no método - diagnóstico, estudo e implantação -, a mais importante é o diagnóstico. Lógico que se o estudo e a implementação não forem bem

conduzidos, ganhos expressivos na produtividade não serão alcançados. Mas, o fundamental é o diagnóstico, pois é ele que identificará os pontos significativos, os que serão objeto das medidas futuras.

E, se o objetivo é obter rápido aumento da produtividade, deve-se atuar apenas sobre os pontos significativos. Os demais, que são inúmeros, ficarão para mais tarde, como a implementação de programas participativos após a celebração do pacto intra-empresarial, a introdução de melhoramentos contínuos no processo e nos atuais recursos produtivos, a implantação do *Just-in-Time*, do *Total Quality Control* e do *Total Productive Maintenance*, os investimentos em automação industrial, a implementação de política de parceria com fornecedores, a reorganização da logística interna e externa, a capacitação e motivação contínuas do pessoal e a revisão dos sistemas de informação (inclusive PCP).

## 5.2 As Subetapas do Diagnóstico

O método apresentado na subseção 3.3 estabelece que cada uma das três etapas - diagnóstico, estudo e implantação - deve ser cumprida em quatro subetapas: definição do objetivo, da estratégia, da técnica e do procedimento. A seguir, serão examinadas essas quatro subetapas aplicadas ao diagnóstico.

O objetivo do diagnóstico está expresso no próprio enunciado da primeira etapa: quantificar de forma expedita a potencialidade de ganhos de produtividade e definir a ordem de prioridade dos estudos a serem desenvolvidos para aumentar a produtividade.

A estratégia para elaborar o diagnóstico assenta-se em:

- visita exploratória ao piso-de-fábrica;
- entrevistas com pessoal ligado à produção;
- identificação dos produtos e máquinas mais significativos; e
- identificação dos tempos inativos mais importantes.

As técnicas a serem utilizadas para o diagnóstico são:

- observação visual do piso-de-fábrica;
- métodos de entrevista e de coleta de dados;
- gráfico ABC das porcentagens acumuladas; e
- estudo por observações instantâneas (*work sampling*).

Os procedimentos de cada uma dessas técnicas são os usuais, com algumas alterações abordadas nas próximas seções.

## 6. Diagnóstico: Visita Exploratória ao Piso-de-Fábrica

### 6.1 Necessidade da Visita

À primeira vista, pode parecer que a visita exploratória ao piso-de-fábrica só se justifica no caso de o diagnóstico ser feito por pessoa não pertencente ao quadro de empregados da empresa ou por pessoa recém-admitida.

Engano. Mesmo que se incumba do diagnóstico um funcionário antigo e experiente, daqueles que conhecem profundamente a fábrica, a visita exploratória é necessária. Por quê? Porque os olhos do diagnosticador devem perscrutar novos escaninhos, nem sempre observados antes.

O supervisor da produção, no desempenho de sua função, preocupa-se fundamentalmente com o que e com o quanto o operário está fazendo, e com a qualidade do produto. O gerente da produção corre a fábrica basicamente para mostrar que está presente e para examinar se o aspecto geral (limpeza, uniforme dos operários, arrumação de peças etc.) impressionaria bem um diretor ou um visitante. O técnico de processo vai à produção somente para implantar uma modificação ou um novo processo e para atender a solicitações da supervisão da fábrica. O inspetor de qualidade está preocupado somente em averiguar a satisfação das especificações do produto e em orientar o mestre e o operário no que concerne à qualidade. O controlador ou apontador da produção só se interessa pelas quantidades em produção ou produzidas.

Estas funções cuidam de manter a produção e a qualidade, ou seja, manter o nível atual da produtividade, pouco contribuindo para o aumento da produtividade.

Para aumentar a produtividade, é necessário olhar **como** está sendo executado o trabalho. E isto nenhum dos funcionários citados faz, nem mesmo o técnico de processo, pois estão preocupados com o **que** e o **quanto**. O único profissional que observa o **como** é o técnico em tempos e métodos. Além disto, deve-se focalizar principalmente o operário e não a máquina.

Justificada está, pois, a necessidade da visita exploratória ao piso-de-fábrica para a elaboração do diagnóstico, mesmo para os familiarizados, porque todos os que lá vão, no desempenho de suas funções, focalizam o produto ou a máquina, raramente o operário. E, para o aumento da produtividade pelo método aqui proposto, o foco central é "como o operário executa suas operações".

## 6.2 Técnica e procedimento

A técnica a ser utilizada durante a visita exploratória ao piso-de-fábrica é apenas uma: observar perspicazmente como são realizadas as operações de fabricação e, só eventualmente, o que está sendo produzido, isto é, o produto. E o que deve principalmente ser focalizado é o operário e não a máquina.

Quanto ao procedimento para a visita exploratória, basta recomendar:

1. que a seqüência das observações aos postos de trabalho coincida, pelo menos aproximadamente, com a sucessão das etapas do processo de fabricação;
2. que a atenção seja concentrada em **como** o operário executa sua tarefa, após ter sido satisfeita a curiosidade sobre a máquina e o produto, quando for o caso;
3. que sejam anotadas, em uma simples folha de papel, as particularidades da operação que possam vir a ser úteis à redução dos tempos inativos; e
4. que o diagnosticador tenha autorização para poder indagar ao operário, quando precisar esclarecer eventuais dúvidas.

## 7. Diagnóstico: Entrevista com Pessoal Ligado à Produção

Se a finalidade das entrevistas é uma só - acumular informações que serão analisadas na formulação do diagnóstico -, seu enfoque varia em função do nível hierárquico do entrevistado.

A entrevista com o ocupante do nível mais alto, diretor ou gerente, tem como propósito auscultar as expectativas da empresa com respeito ao estudo, para, em

função delas, o diagnosticador fixar os objetivos do seu serviço e ajustar-se ao pensamento da cúpula dirigente.

A entrevista com o nível hierárquico imediatamente inferior tem o intuito de receber diretrizes, entender as características da empresa, perceber os cuidados a tomar e compreender como conduzir os serviços.

A entrevista com os integrantes dos níveis operacionais tem por fim obter informações que possam vir a ser úteis na formulação das idéias que consubstanciarão o diagnóstico.

Durante a entrevista, deve-se indagar se as partes estão cumprindo as funções que lhes foram atribuídas e, se houver disfunções, quais as causas.

Dessa consideração extrai-se a técnica: indagação hierarquizada sobre funções e disfunções, cujo procedimento consiste em preparar uma lista de perguntas para cada entrevistado, atentando para os diferentes enfoques decorrentes dos níveis hierárquicos, que abarquem as funções e disfunções dos diversos cargos, das seções, dos departamentos e da empresa.

O procedimento para entrevistar é o usual, dispensando comentários.

## **8. Diagnóstico: Identificação dos Produtos e Máquinas mais Significativos**

A finalidade desta identificação é separar o mais importante do menos importante, pois toda a atenção deverá concentrar-se no primeiro.

A técnica utilizada para esta identificação é o gráfico ABC das porcentagens acumuladas, construído sobre dados disponíveis.

O gráfico ABC das porcentagens acumuladas imbuete o mesmo conceito de Lei de Pareto, devida a Vilfredo Pareto, engenheiro italiano e professor de economia em Lausanne, Suíça. Analisando a distribuição de renda em muitos países, Pareto concluiu que, apesar das grandes diferenças sociais e econômicas desses países, poucas pessoas detinham grande parcela da renda nacional. E formulou sua lei: "pequena fração selecionada de uma série de elementos é geralmente responsável por grande fração em termos de efeito".

A técnica e o procedimento para construir um gráfico ABC ou um Pareto são conhecidos o suficiente para dispensar comentários. Entretanto, algumas considerações sobre o critério da classificação serão úteis.

O critério de importância dos produtos e das máquinas que interessa ao diagnóstico é o de tempo de fabricação. Para tanto, é necessário que a empresa tenha disponível a quantidade, de preferência anual, de peças fabricadas; o processo de fabricação, para permitir correlacionar cada produto com cada máquina ou posto de trabalho; e alguma estimativa sobre a duração de cada operação, sendo desejável o tempo-padrão. Com estes dados, calculam-se as horas que cada máquina ou posto de trabalho dedica a cada produto no período considerado. A ordenação decrescente dessas horas, por máquina e por produto, classificará a importância de cada máquina e de cada produto.

Como o procedimento, apesar de simples, é trabalhoso, pode-se adotar uma simplificação, qual seja, classificar somente os produtos responsáveis por aproximadamente metade das horas trabalhadas anualmente. O PCP tem condições de indicar quais são esses produtos; se não existir PCP, o responsável pela produção saberá informar sem necessidade de recorrer a apontamentos. Esta pré-seleção de

produtos não precisa ser rigorosa, porque somente aqueles que encabeçarem a classificação da metade mais importante é que serão considerados. Por mais grosseira que tenha sido a pré-seleção, ela conterà, sem dúvida alguma, os 10% a 15% dos produtos que serão objeto de análise futura.

As duas seguintes aplicações práticas são elucidativas.

Numa usinagem de porte relativamente grande (170 máquinas operatrizes), a fim de evitar os cálculos necessários à construção do gráfico ABC para suas quase 500 peças, pedimos ao PCP uma relação das peças responsáveis por aproximadamente 40% da carga total anual e o total desta. Veio uma lista de 30 peças acompanhada da observação: "estas peças representam cerca de 40% do total de mão-de-obra direta do ano". Pelos cálculos, constatou-se depois que representavam 41% e que seus resultados estavam bem comportados, o que comprova a afirmativa anterior sobre a noção bastante aproximada que o pessoal do PCP possui. Decidimos, a partir do gráfico ABC, que os estudos seriam feitos sobre apenas 17 peças (3,5% do total), que respondiam por 38% da carga anual da usinagem. Estes números mostram a importância da classificação ABC: o esforço seria concentrado sobre 3,5% das peças, e os resultados atingiriam 38% da carga total de trabalho. Além disto, muitas das conclusões dos estudos sobre essas 17 peças puderam ser estendidas à totalidade das peças.

O critério de classificação mencionado, carga de trabalho, necessita de informações sobre a quantidade de peças fabricadas e sobre o processo, e ainda de uma estimativa de tempos. Mas e se a empresa não dispuser destas informações? Daí, tenta-se outro critério. Foi o caso de uma fundição, em que existiam dados sobre quantidade de peças fabricadas, peso unitário e preço de venda. O critério do faturamento anual de cada peça (preço de venda multiplicado pela quantidade) parecia ser bom. Analisando-o, pudemos constatar que o preço de venda era fixado em função do preço dos concorrentes, tendo baixa correlação com o peso da peça e com seu tempo de fabricação. Portanto, o critério de classificação pelo faturamento traria distorções muito grandes, pois o poder de negociação do cliente e a política dos concorrentes influenciavam fortemente o preço. Restavam, portanto, apenas duas informações confiáveis: quantidade fabricada e peso unitário. Adotamos então um critério híbrido: as peças foram ordenadas decrescentemente pela quantidade média (aproximada) produzida mensalmente, obtendo-se simplesmente o número indicativo da ordem; e pela produção média mensal em peso, obtendo-se outro índice. Em seguida, a soma desses dois índices foi ordenada crescentemente, obtendo-se a classificação final da importância dos produtos. Este critério, apesar de grosseiro e de ter sido aplicado apenas sobre a lista dos produtos mais significativos, segundo o ponto de vista do responsável pela produção, mostrou-se suficiente para o desenvolvimento dos estudos.

## **9. Diagnóstico: Identificação dos Tempos Inativos mais Importantes**

### **9.1 Amostragem do Trabalho**

A finalidade desta identificação é óbvia: se o objeto do método proposto é aumentar a produtividade pela redução dos tempos inativos da máquina e do operário, é necessário conhecê-los.

A técnica a ser utilizada é uma variação da amostragem do trabalho (work sampling), também denominada estudo por observações instantâneas. Esta técnica foi usada pela primeira vez em 1934 na indústria têxtil inglesa por Tippett, que a denominou, em seu artigo, simplesmente Aplicação das Distribuições Binomial e de Poisson na Indústria Têxtil (TIPPETT, 1934).

HEILAND & RICHARDSON (1957) definem amostragem do trabalho como sendo o estudo a partir de um grande número de observações feitas em intervalos de tempo ao acaso, durante os quais um estado particular de atividades é anotado e depois classificado, para, em seguida, realizar inferências estatísticas tendo por base a frequência das observações em cada classe de atividade.

A técnica amostragem do trabalho consta de muitos livros, dos quais se pode recomendar o Estudo de Movimentos e Tempos de BARNES (1977) e o de BRISLEY (1970) que consta da coleção de Maynard: Manual de Engenharia de Produção. Dayr dos REIS (1967), com a finalidade de reduzir a quantidade necessária de observações, mas limitando o erro a um valor máximo, introduziu a simplificação de só analisar eventos com frequência relativa superior a 80%.

Para a utilização da amostragem do trabalho, considera-se o trabalho como constituído de instantes individualizados, e que em cada instante existe apenas um elemento da atividade, como, por exemplo, operário apanhando uma peça, operário acendendo um cigarro. A partir de um número bastante grande de observações em intervalos de tempo ao acaso, quando se anota o elemento da atividade instantaneamente observado, classificam-se convenientemente os elementos e calcula-se sua frequência relativa.

O procedimento relativo à técnica de amostragem do trabalho pode ser resumido nos seguintes passos:

1. definir as finalidades do estudo;
2. identificar as operações a estudar e dividí-las em elementos, de acordo com as necessidades e finalidades do estudo;
3. preparar formulário para a coleta de dados, descrevendo os elementos a serem observados;
4. estimar a quantidade de observações a serem feitas de forma que os resultados do estudo tenham um erro relativo menor do que um valor pré-estabelecido;
5. percorrer os postos de trabalho em rondas sucessivas e em intervalos de tempo ao acaso, e ir assinalando o elemento da operação que está ocorrendo no instante da observação;
6. calcular a porcentagem de ocorrência de cada elemento em relação ao total das observações, ou melhor, calcular a média e o desvio-padrão da frequência relativa (a variância da distribuição por amostragem da frequência relativa é dada por  $p(1-p)/n$ , onde  $p$  é a porcentagem de ocorrência do elemento e  $n$  é o número total de observações);
7. calcular o erro do estudo e, se estiver acima do valor pré-estabelecido, realizar novas observações; e
8. concluir o estudo de acordo com sua finalidade.

## 9.2 Quatro Diferenças em Relação à Amostragem do Trabalho

A técnica a ser utilizada para diagnosticar os tempos inativos difere da técnica tradicional de amostragem do trabalho em quatro pontos:

1. no objeto das observações, uma vez que se deve anotar a quantidade de operários que realiza cada suboperação e não simplesmente, com um traço, a presença da suboperação;
2. na distribuição estatística, uma vez que não é aplicável a binomial;
3. na introdução de um fator de equalização da produção; e
4. na introdução de um fator de equalização do ritmo de execução do trabalho.

Essas diferenças são explicadas nas próximas quatro seções.

### 9.3 Anotação da Quantidade de Operários

A primeira diferença se prende ao fato de a técnica de amostragem de trabalho ter sido desenvolvida por Tippett para estudar máquinas, enquanto a utilizada para diagnosticar tempos inativos se aplica principalmente a operários.

Se a operação sob análise envolver apenas uma máquina ou um homem, a anotação original, por meio de traços, é adequada. Mas, se na operação trabalharem vários operários, é mais útil anotar-se a quantidade deles em atividade e em inatividade. Na maioria dos casos, é interessante dividir a operação em suboperações, pois uma informação mais detalhada poderá ser necessária no momento do estudo a ser desenvolvido para aumentar a produtividade. Pelas mesmas razões, é interessante constarem sempre dois itens: "operários parados" (mas no seu local de trabalho) e "operários ausentes" (do seu local de trabalho), em vez do usual "operários parados".

Durante as rondas, que podem compreender um grande número de postos de trabalho, o diagnosticador deve também observar e anotar todo tipo de disfunção que possa merecer estudo futuro destinado a aumentar a produtividade.

### 9.4 Distribuição por Amostragem das Médias

A segunda diferença entre a amostragem de trabalho e a técnica de diagnóstico aqui proposta é decorrente da primeira. A distribuição binomial é a aplicável à técnica tradicional, porque, como afirma Ruy LEME (1963), "caso a probabilidade de ocorrer o evento em cada prova se mantiver constante, o número de vezes que se dá o evento em diversas provas é uma variável aleatória que se distribui segundo uma distribuição denominada binomial". Além disso, como os cálculos na técnica tradicional são feitos utilizando-se a distribuição normal, está subentendido que o número de observações é suficientemente grande para permitir a aproximação da binomial pela normal. Para Ruy Leme, isto é possível quando o número de observações for maior que  $15/p$  e  $15/(1-p)$ , onde  $p$  é a probabilidade de ocorrência do evento. Já para SPIEGEL (1977), quando for maior que  $5/(1-p)$  e  $5/p$ . Na verdade, a usada é a distribuição por amostragem da frequência relativa, que decorre da binomial, aproximada pela distribuição normal.

Entretanto, o diagnóstico aqui proposto não utiliza a frequência relativa, mas sim a quantidade de operários em cada operação ou suboperação, como mencionado na primeira diferença. Portanto, deve-se utilizar a distribuição por amostragem das médias. Como a distribuição do número de operários numa operação pode afastar-se muito da distribuição normal, porque frequentemente a sua moda coincide com o

número total de operários integrantes da equipe, é necessário que o tamanho da amostra seja razoavelmente grande. Para o cálculo do intervalo de confiança da média é preciso estimar o desvio-padrão a partir da própria amostra, condição em que comumente aceita-se que uma amostra com mais de 30 elementos permite uma estimativa próxima do valor real do desvio-padrão do universo, como afirma COSTA NETO (1977). Portanto, para o diagnóstico deve-se usar a distribuição amostral das médias e amostras com mais de 30 elementos.

Nos casos em que a operação envolve uma única máquina, ou um único operário, adota-se o procedimento tradicional da amostragem de trabalho, utilizando a distribuição por amostragem da frequência relativa.

### 9.5 Fator de Equalização da Produção

A terceira diferença entre a técnica tradicional de amostragem do trabalho e a adotada para o diagnóstico reside na introdução de um fator de equalização da produção.

Quando o volume que está sendo fabricado for menor do que a capacidade atribuída à fábrica, as máquinas e os operários ficam mais tempo parados do que o normal. Se nesse dia forem feitas observações, os resultados, mesmo que corretos, não refletirão a realidade média dos tempos inativos. Daí a necessidade de corrigir esses resultados por um fator de equalização da produção.

O fator de equalização da produção é a relação entre a produção efetiva do dia da observação e a capacidade produtiva diária atribuída à fábrica atualmente. O tempo em que a máquina esteve em atividade nesse dia precisa ser dividido pelo fator de equalização para obter-se o tempo de atividade da máquina quando o volume de produção estiver no limite da capacidade produtiva. Assim, se a máquina operou, por exemplo, durante 72% do tempo (valor obtido por amostragem do trabalho) e a produção foi equivalente a 80% da capacidade, essa máquina estará em atividade durante 90% do tempo quando a fábrica operar na sua capacidade plena.

Em alguns casos, esse fator é obtido facilmente. Numa fábrica de produtos extrudados, por exemplo, a capacidade das prensas é conhecida, e o volume produzido é apontado. Como normalmente as etapas do processo de fabricação seguintes à prensagem e serração do perfil estão defasadas de um turno em relação à prensagem, devido à operação de recozimento que se segue à extrusão, é fácil avaliar o fator de equalização, tanto na prensa como nas demais operações do processo. É certo que o *mix* de produto fabricado no dia afeta esse fator; mas, como a avaliação desta influência não é fácil, ela pode ser desprezada.

Em outros casos, é muito difícil calcular o fator de equalização da produção. A seção de acabamento de produtos fundidos, por exemplo, trabalha, num dia, peças que foram fundidas em diversos dias anteriores, não havendo correlação entre sua carga diária de trabalho e a produção dos fornos. Nestes casos, o fator de equalização da produção deve ser estimado pelo chefe da produção ou pelo programador da produção, com base simplesmente na sua experiência.

### 9.6 Fator de Equalização do Ritmo

A quarta diferença entre a técnica tradicional de amostragem do trabalho e a adotada para o diagnóstico reside na introdução do fator de equalização do ritmo.

A máquina mantém um ritmo constante, independente do volume de trabalho a executar; quando o trabalho termina, ela pára. O mesmo não acontece com o homem - seu ritmo é diretamente proporcional à quantidade de trabalho a realizar. PARKINSON (1970) abre seu livro com a seguinte afirmação: "O trabalho aumenta a fim de preencher o tempo disponível para sua conclusão". Assim, quando a duração do ciclo de trabalho é determinada pelo operário e não pela máquina, ele provavelmente estará trabalhando durante 100% do tempo útil (excluídas as permissões), quer a produção esteja a 70% ou a 100% da capacidade plena. Faz isto adequando seu ritmo.

Este fato altera de forma significativa o resultado das observações instantâneas, uma vez que elas não conseguirão captar os tempos inativos do operário simplesmente porque eles estão camuflados pelo baixo ritmo.

Portanto, analogamente à cronometragem objetivando a obtenção de tempo-padrão, o ritmo do operário precisa ser avaliado. Este ritmo avaliado é exatamente o fator de equalização do ritmo, que deve multiplicar a porcentagem de tempo em atividade.

### **9.7 Procedimento para a Identificação dos Tempos Inativos**

Em decorrência das quatro citadas diferenças metodológicas, o procedimento da amostragem de trabalho para o diagnóstico passa a ser o seguinte:

1. Estudar as operações a serem observadas e dividi-las em elementos de acordo com as necessidades. Como o grau de detalhe não interfere na duração do estudo por observações instantâneas, é aconselhável subdividir cada operação em muitos elementos, uma vez que sempre será possível no futuro agregar os pouco frequentes.
2. Planejar o trabalho em termos da rota a percorrer e dos turnos a observar, levando em consideração a ocorrência de interrupções ou anormalidades previstas, como parada de máquina para manutenção ou deslocamento de operários para treinamento, pois estas ocorrências exigirão um retorno para observar aquela máquina ou aquele grupo de operários que não estava em operação nos dias das observações.
3. Preparar as folhas para registro das observações, descrevendo os elementos nos quais as operações foram subdivididas.
4. Definir a quantidade de observações a serem feitas. Os autores recomendam o dimensionamento estatístico de amostras, que é, todavia, desnecessário, pois, para a elaboração do diagnóstico, bastam, na maioria dos casos, 50 observações de cada posto de trabalho. Uma amostra pequena como essa acarretará um intervalo de confiança da média (ou da frequência relativa) bastante largo, o que significa erro grande. Entretanto, para a definição da maioria das medidas destinadas ao aumento da produtividade, a magnitude desse erro não prejudica a qualidade das propostas. Nos casos onde houver necessidade de erro menor, volta-se, no futuro, a fazer novas observações.
5. Fazer as observações no piso-de-fábrica por meio de rondas sucessivas e anotar a quantidade de homens e de máquinas que estão atuando no respectivo elemento em cada posto de trabalho.

6. Calcular, para cada posto de trabalho, a média e o desvio-padrão da quantidade de operários, ou a frequência relativa, nos casos em que houver uma única máquina ou um único operário.
7. Corrigir os valores da média e do desvio-padrão pelos fatores de equalização da produção e do ritmo, dividindo-os pelo primeiro e multiplicando-os pelo segundo.
8. Calcular o intervalo de confiança e avaliar a necessidade de novas observações para diminuir sua amplitude.
9. Identificar as operações com maiores tempos inativos e que apresentem alto potencial de ganhos, e definir a ordem de prioridade dos estudos a serem feitos visando aumentar a produtividade.

A partir deste ponto, o procedimento varia de acordo com a natureza do objeto de estudo, ou seja, do problema a ser resolvido. Os objetos de estudo são os listados na subseção 3.5 e serão detalhados nos próximos artigos desta série.

## 10. As Demais Etapas do Método

Ilustramos, a seguir, como deve ser estruturada cada etapa do método para rápido aumento da produtividade fabril, utilizando como exemplo as considerações feitas nas seções 5 a 9 acerca do diagnóstico sobre os tempos inativos.

DIAGNÓSTICO SOBRE OS TEMPOS INATIVOS		
OBJETIVO: quantificar de forma expedita a potencialidade de ganhos de produtividade e definir a ordem de prioridade dos estudos a serem desenvolvidos.		
ESTRATÉGIA	TÉCNICA	PROCEDIMENTO
1. visita exploratória ao piso-de-fábrica	observação de COMO é realizado o trabalho, focalizando principalmente o operário	1. observar os postos de trabalho na seqüência do processo 2. concentrar a atenção no COMO e principalmente no operário 3. anotar peculiaridades úteis à redução dos tempos inativos 4. esclarecer dúvidas com o operário
2. entrevistas com o pessoal ligado à produção	indagação hierarquizada sobre funções e disfunções	1. preparar lista de perguntas para cada nível hierárquico sobre funções e disfunções 2. entrevistar pessoal na forma usual
3. identificação dos produtos e máquinas mais significativos	Gráfico ABC	O usual, aplicado somente aos produtos responsáveis por metade da carga de trabalho

4. identificação dos tempos inativos mais importantes	amostragem de trabalho modificada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. definir os elementos da análise</li> <li>2. planejar o trabalho</li> <li>3. preparar folha de registro</li> <li>4. fazer 50 observações em cada posto de trabalho</li> <li>5. anotar quantidade de operários</li> <li>6. calcular média e desvio-padrão</li> <li>7. definir ordem da prioridade dos estudos</li> </ol>
---	-----------------------------------	--

Como segunda etapa, o método prevê a realização de estudos, com instrumentos de resposta rápida, sobre os principais problemas diagnosticados. Nos próximos artigos, serão apresentados e discutidos os instrumentos mais adequados à solução dos problemas que mais freqüentemente encontramos no piso-de-fábrica, denominados objetos de estudo, cuja lista está na subseção 3.5.

A terceira e última etapa do método é a implantação das medidas que, reduzindo ou eliminando os tempos inativos, propiciarão o almejado aumento da produtividade.

## 11. Considerações Finais

O método para rápido aumento da produtividade fabril é fruto da experiência acumulada ao longo de vinte anos de consultoria diretamente no piso-de-fábrica.

No setor privado, desenvolvemos 146 serviços para 32 empresas, o primeiro em 1967. Destes, 65 tiveram como objetivo aumentar a produtividade industrial. Como para cada serviço algumas dezenas de operações foram analisadas, seguramente nos deparamos com mais de mil situações de trabalho operário.

O método para rápido aumento da produtividade fabril começou a ser concebido quando tivemos a idéia de procurar a linha comum entre os diversos serviços que desenvolvemos nas fábricas. Dos relatórios técnicos que emitimos para os clientes, relemos os 97 que tratam especificamente de produtividade e fomos classificando os problemas enfrentados, as soluções implantadas e os resultados obtidos.

Agregando os problemas, descobrimos que em sua enorme maioria tratavam-se de tempo inativo do homem e da máquina. Agregando as soluções, descobrimos que muito freqüentemente conseguíamos aumentar a produtividade das centenas de operações analisadas, mediante eliminação ou redução do tempo inativo. Ficamos surpresos ao constatar que passamos grande parte da nossa vida como consultor industrial resolvendo um único problema geral - eliminação ou redução do tempo inativo do homem, da máquina e do material. Era a linha mestra da nossa atuação profissional. E, pasmem, demoramos vinte anos para percebê-la explícita e claramente. Se não tivéssemos feito o balanço da nossa estratégia de atuação, não a teríamos descoberto até hoje.

Analisando as soluções implementadas, constatamos que, para aumentar a produtividade do operário e da máquina, pouquíssimas vezes precisamos recorrer ao estudo de movimentos; o fluxograma só era utilizado para entendermos a seqüência das operações do processo produtivo; o arranjo físico, tanto do local de trabalho como o geral da fábrica, era modificado em decorrência dos novos métodos de trabalho. E identificamos que as técnicas mais repetidamente utilizadas eram a observação das operações e o conceito da carta de atividades múltiplas.

Como o problema mais freqüente com que nos defrontamos era a ineficiência causada pela espera do homem, da máquina e do material, decidimos nos concentrar nele. Verificamos então que a solução das inúmeras facetas da inatividade era simples, fácil de ser implantada e propiciava aumento substancial da produtividade. Como a eliminação ou redução do tempo inativo não implica a alteração da maneira como o operário trabalha, o novo método de trabalho não exige treinamento do operário (dá a facilidade de sua implantação) e não se deteriora com o tempo (fenômeno muito comum quando há alteração mais profunda no método de trabalho).

Neste ponto, a decisão de nos concentrarmos na ineficiência causada pela espera do homem, da máquina e do material cristalizou-se, e o método para rápido aumento da produtividade fabril, que ainda não estava balizado, foi sendo gestado.

Durante o processo de gestação, passamos a identificar nos 97 relatórios as situações mais repetidamente encontradas, que resultaram em 20 objetos de estudo. E para cada situação, relacionamos a técnica utilizada e os ganhos de produtividade obtidos, resultando daí as cinco técnicas que fazem parte do método.

Este relato, além de consignar o processo de concepção e desenvolvimento do método para rápido aumento da produtividade fabril, serve para justificar a razão de ele se concentrar na solução de um único problema do piso-de-fábrica: o tempo de espera do homem, da máquina e do material. É bom ressaltar que esse método parte dos sintomas e acaba eliminando ou reduzindo suas causas. Isso em muito contribui para que os resultados não se deterioresem com o tempo.

### **Referências Bibliográficas:**

- BARNES, Ralph M.: **Estudo de Movimentos e Tempos**. Edgard Blücher, São Paulo, 1977.
- BRISLEY, C.L.: **Amostragem do Trabalho**. In: MAYNARD, H.B. - Manual de Engenharia de Produção, seção 3. Edgard Blücher, São Paulo, 1970.
- CAMPOS, V.Falconi: **Gerência da Qualidade Total**. Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1989.
- COSTA NETO, Pedro L.O.: **Estatística**. Edgard Blücher, São Paulo, 1977.
- DESCARTES, René: **Discurso do Método**. Coleção os Pensadores: vol. XV. Editora Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo, 1973.
- HEILAND, Robert E. & RICHARDSON, Wallace J.: **Work Sampling**. McGraw-Hill, New York, 1957.
- LEME, Ruy A.S.: **Curso de Estatística**. Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1963.
- PARKINSON, Northcote: **A Lei de Parkinson**. Pioneira, São Paulo, 1970.
- PORTER, Michael E.: "The Competitive Advantage of Nations". **Harvard Business Review**, p. 73-93, march-april 1990a.
- PORTER, Michael E.: **The Competitive Advantage of Nations**. The Free Press, New York, 1990b.
- REIS, Dayr A.: "Método Abreviado das Observações Instantâneas". **Revista de Administração de Empresas (FGV)**, São Paulo, 7(23), p. 73-109, jun. 1967.

SPIEGEL, Murray R.: **Estatística**. McGraw-Hill, São Paulo, 1977.

TIPPETT, L.H.C.: **Statistical Methods in Textile Research: Use of the Binomial and Poisson Distributions**. A Snap Reading Method of Making Time Studies of Machines and Operations in Factory Surveys. Shirley Institute Memoirs, vol.13, 35-93, nov. 1934.

ZACCARELLI, Sérgio B.: **Administração Estratégica da Produção**. Atlas, São Paulo, 1990.

### **MANUFACTURE PRODUCTIVITY I - QUICK IMPROVEMENT METHOD OF THE MANUFACTURE PRODUCTIVITY**

*ABSTRACT - The quick improvement method of the manufacture productivity is based on the reduction or on the elimination of the machine/operator/material inactive time, exclusively. The inactive time of this three elements is recognized to be main reason of the inefficiency. The method here discussed is specially applicable in the brazilian manufacturing industry (which represents 17% of the PIB). It utilizes five of the most simple, elementary and well-known techniques and it is applicable in the most frequent situations of the manufacturing industries. The background of the author assures that the method can to improve the productivity beyond 30% in a short time (in a particular enterprise, it was possible to improve 160% the productivity of its machining department). The application of the method and the implementation of its suggested rules are made with right facility and, because that, the results appear very quickly. A succession of other papers will detail the object of the study.*

**Key-words** *manufacture productivity, inactive-time, work sampling, plant level, manufacture diagnostic.*