

Série: FCE/UFBA - Texto de Circulação  
Interna, -5

Produtividade: Conceitos e Medições

José Afonso Ferreira Maia

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE TEORIA ECONÓMICA

Produtividade: Conceitos e Medições

Salvador - Bahia  
1993

## SUMARIO

1 EVIDÊNCIAS HISTÓRICAS.....	2
2 QUESTÕES CONCEITUAIS.....	4
3 DEFINIÇÃO DE PRODUTIVIDADE.....	5
3.1 Produtividade e Utilização de Recursos	
3.2 Produtividade é uma Razão	
3.3 Produtividade é uma medida	
3.4 Outros enfoques	
3.5 A concepção japonesa de produtividade	
3.6 Produtividade é eficiência?	
3.7 Produtividade versus eficiência	
3.8 Produtividade e a razão benefício/custo	
3.9 Produtividade versus bem-estar	
4 FONTES DE PRODUTIVIDADE.....	14
5 A MEDIÇÃO CONCEITUAL DA PRODUTIVIDADE.....	14
5.1 Produtividade total	
5.2 Produtividade parcial	
5.3 Produtividade departamental	
5.4 Produtividade específica	
6 A MEDIÇÃO DE MUDANÇAS DE PRODUTIVIDADE.....	15
6.1 Índices de incremento de produtividade	
6.2 Índices de Incremento de produtividade do trabalho	
7 QUESTÕES SOBRE O MÉTODO.....	24
8 A PRODUTIVIDADE DOS FATORES CAPITAL E TRABALHO: um estudo de caso para o setor químico-petroquímico no Estado da Bahia.....	25
9 ASPECTOS OPERACIONAIS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	



1 EVIDÊNCIAS HISTÓRICAS

A melhoria no padrão de vida depende, em grande parte, do correspondente e constante acréscimo na produtividade. Uma maior parcela da renda de uma sociedade pode ser produzida simplesmente através da melhoria na eficiência do sistema produtivo. Esta depende, por um lado, da escolha tecnológica, da melhor adequação dos recursos compatíveis com os respectivos preços relativos, da escala ótima de produção que minimize o custo médio de um produto e que maximize o seu consumo. Por outro lado, a expansão dos investimentos em capital físico e humano, a elevação da estabilidade das políticas econômicas e sociais, garantem o dinamismo auto-sustentável de uma economia e de maiores padrões de bem estar social. A produtividade tem sido um dos elementos importantes na história das economias desenvolvidas e constitui condição necessária para a garantia de maiores níveis de eficiência e melhores condições de competitividade internacional.

O movimento da produtividade como instrumento de política econômica toma uma dimensão institucional com a recuperação da Europa Ocidental e do Japão no decorrer dos últimos 40 anos, quando o focus da atenção da política econômica era voltada para a recuperação dos países devastados pela II Grande Guerra Mundial. Ademais da ênfase dada ao crescimento econômico destes países, mudanças nas estruturas industriais se tornavam necessárias, independente da extensão do uso das quatro categorias de insumos, chamados trabalho, capital, materiais e serviços. Especialmente as mudanças estruturais no emprego e na composição da produção voltada prioritariamente para bens de consumo ocorreram expressivamente naqueles países.

---

<sup>1</sup>Este trabalho é parte do projeto "Análise de Eficiência da Indústria Química-Petroquímica no Estado da Bahia", que tem contado com a colaboração dos seguintes alunos dos Departamentos de Contabilidade e Teoria Econômica da FCE/UFBA. e bolsistas do CNPq.: Andrea Costa Magnavita, Bruno Neiva Maracajá, Cristina Argiles Sanches (Mestranda), Christiano Lima Braga, Elizama dos Santos Ribeiro (Economista), Gerardo Ramirez Badilla, Gurgel Eduardo Mota de Oliveira e Marcia Tereza Tude Ferraz. Entretanto, os erros e omissões ficam sob a inteira responsabilidade do autor.

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Teoria Econômica da FCE/UFBA e Bolsista do CNPq.



O Professor Kenderick no seu famoso estudo sobre a tendência da produtividade nos Estados Unidos, afirma: "The story of productivity, the ratio of output to input, is at heart the record of man's effort to rize himself from poverty"<sup>3</sup>. A Produtividade total estimada pelo Prof. Kenderick durante 68 anos nos Estados Unidos (1889-1957), foi responsável por 50% do crescimento econômico, correspondendo os outros 50% ao uso adicional do capital e trabalho.

O Relatório do Conselho Nacional de Desenvolvimento Econômico do Reino Unido, "Growth of the United Kingdon Economy to 1966",<sup>4</sup> considerando apenas a produtividade parcial do fator trabalho, atribuiu significativa importância à produtividade do trabalho como um fator no crescimento econômico, indicando que o produto por trabalhador anual cresceu 3,2% em média durante o período de 1961 a 1966.

O Governador do Banco de Reserva da Austrália encontrou um aumento anual de 3,5% do seu crescimento econômico da Austrália, devido a produtividade do trabalho.<sup>5</sup>

Os Japoneses, desde a fundação do Centro de Produtividade do Japão (CPJ) em 1955 têm liderado o movimento de produtividade como força propulsora para tornar as indústrias eficientes e competitivas nos mercados mundiais e assim contribuir para o desenvolvimento econômico do Japão. Estudos mais recentes indicam que a economia Japonesa cresceu 9,3% (PIB per capita a preços constantes), na década de 1963 a 1972, contra 2 a 5% nos Estados Unidos e na Europa. Esse crescimento rápido foi apoiado por um aumento fantástico em sua produtividade industrial, particularmente no setor manufatureiro. Segundo Dorothea Werneck (1991)<sup>6</sup> no período de 1970 a 1975, o PIB per capita do Japão cresceu a uma taxa anual de 3,5%, comparado com 1,9% nos Estados Unidos, 1,6% na Grã-Bretanha e 2,3% na Alemanha. No mesmo período a produtividade da mão de obra do setor manufatureiro no Japão cresceu 174%, contra 58% nos Estados Unidos, 48% na Grã-Bretanha e 67% na Alemanha.

---

<sup>3</sup> J.W. Kenderick, "Productivity Trends in the United States", Princenton Press. 1961.

<sup>4</sup>National Economic Development Council: Growth of the United Kingdom Economy to 1956". H.M.S.O., London, 1963.

<sup>5</sup>H.C. Coombs, "Some Ingredients for Growth", The Shann Memmorial Lecture for 1963, University of Western Austrália Press, 1963, p.3.

<sup>6</sup>"O Movimento da Produtividade no Japão". IPEA, Documento Avulso/nº1, Abril de 1991, p.17.



Outra mudança estrutural na composição do emprego e dos insumos ocorre na década de 80. Por exemplo, no Japão, 50% do capital investido decorreu da menor utilização de mão-de-obra e da instalação de equipamentos de automação, 21% de menor consumo de energia e matérias-primas. O esforço das empresas em pesquisa e desenvolvimento no Japão (40 bilhões de dólares por ano, contando com 340.000 pesquisadores, contra 690.000 pesquisadores nos Estados Unidos - embora este número represente, aproximadamente, a mesma taxa per capita) promoveram as inovações tecnológicas que contribuíram com 40 a 50% para o crescimento do PIB. Este crescimento econômico por sua vez gerou novos empregos, consideravelmente maior do que o desemprego estrutural causado pela liberação de mão-de-obra devido a introdução de novas tecnologias poupadoras de mão de obra.

## 2 QUESTÕES CONCEITUAIS

A produtividade dos fatores de produção, trabalho e capital especialmente, como medida de desempenho da produção, pode ser vista como um indicador de eficiência com que a força de trabalho, influenciada pela motivação e pela habilidade individual, utiliza o capital e a tecnologia para transformar recursos disponíveis em bens de produção e consumo para a sociedade.

Em todas as ciências, torna-se necessário definir precisamente os conceitos com os quais se constroem as teorias. Estas teorias formam parte do corpo científico de um determinado campo do conhecimento quando são comprovadas pelo mundo empírico. Desta forma, tais conceitos devem ser precisos para gerar modelos analíticos consistentes e se possível sujeitos a observações e medições quantitativas ou qualitativas. Somente assim a ciência se expande, incorporando as teorias que são empiricamente comprovadas e refutando aquelas que não passam pelo teste empírico. Por exemplo, "força" e "energia" são conceitos que têm significados precisos em física, embora tenham sentidos bastante distintos na linguagem dos leigos.

Em economia, como em qualquer ciência precisamos também definir conceitos precisos para facilitar a comunicação, o seu entendimento e a sua aplicação nos modelos de avaliação e assim permitir comparações de eficiência com que os recursos físicos e humanos são utilizados pela sociedade. Dentre estes, o conceito de produtividade tem sido muito alusivo e por esta razão tanto difícil de ser entendido e aplicado empiricamente para se fazer avaliações e comparações do desempenho das economias, setores, firmas ou atividades específicas.

### 3 Definições de Produtividade.

Várias definições têm sido formuladas para conceituar produtividade.

#### 3.1 Produtividade é utilização de recursos:

- a) "... Capacidade com poder utilizado para fazer ou prover bens e serviços tendo valor de troca;"<sup>7</sup>
- b) "... Utilização de recursos em relação a algum padrão."<sup>8</sup>

#### 3.2 Produtividade é uma Razão:

- a) "... Razão entre produto e insumo associados a uma dada atividade produtiva";<sup>9</sup>
- b) "... Qualquer razão do produto de um trabalhador, máquina, planta ou indústria com relação ao montante de um dos fatores de produção usado, ou com relação à soma ponderada do montante de dois ou mais fatores";<sup>10</sup>
- c) "... É a razão entre unidades de resultados obtidos e unidades do esforço ou gasto requerido para obter aquele produto";<sup>11</sup>
- d) "... Produto por unidade de insumo associado em uma sequência de períodos comparados";<sup>12</sup>
- e) "... É sempre uma razão de produto com relação a insumos ou

---

<sup>7</sup>The Meaning and Measurement of Productivity, Industrial Relations Research Association, Industrial Productivity Publication No.7, Madison, 1951.

<sup>8</sup>Productivity Measurement, I, Concepts, Paris, Organization for European Economic Cooperation (August 1955), p.34.

<sup>9</sup>Irving H. Siegel, Concepts and Measurement of Production and Productivity (diss. Columbia, 1951), p.17.

<sup>10</sup>T.E. Easterfield, "British Management's Uses of Productivity Indices," Manager, XXI, No. 2 (February, 1953) p.97.

<sup>11</sup>Charles S. Young, "The Productivity of Labor in Manufacturing," Dun's Review, LV, No.2228 (Abril, 1947), p.21.

<sup>12</sup>Productivity Measurement, Ibid., p.49.

insumo".<sup>13</sup>

### 3.3 Produtividade é uma Medida:

- a) "... Medida de desempenho ou potencial".<sup>14</sup>
- b) "... Medição do trabalho com um relógio de ponto".<sup>15</sup>

### 3.4 Outros Enfoques:

- a) "... Produto obtido por recursos expandidos".<sup>16</sup>
- b) "... Qualidade ou estado de ser produtivo".<sup>17</sup>

### 3.5 Produtividade é eficiência?

- a) "... Razão na qual convertemos trabalho e matérias-primas em bens e serviços úteis... uma medida de nossa eficiência econômica".<sup>18</sup>
- b) "... Uma medida de eficiência com a qual os recursos são utilizados no trabalho".<sup>19</sup>
- c) "... Uma medida de eficiência com a qual os recursos são convertidos em mercadorias e serviços desejados pelo homem".<sup>20</sup>
- d) "... Pílastra para a eficiência líquida de nosso sistema

---

<sup>13</sup>Salomon Fabricant, "Which Productivity," The Monthly Labor Review, Vol.85 (June 1962), p.609

<sup>14</sup>P.O. Steiner, "The Productivity Ratio: Some Analytic Limitations," Review of Economics and Statistics, XXXII, No. 4 (November 1950), p.322.

<sup>15</sup>Karl Borch, "Input-Output Analysis as a Basis for Productivity Measurement," Productivity Measurement Review, No.1 (May 1955), p.5.

<sup>16</sup> The Meaning and Measurement of Productivity, Ibid., p.3.

<sup>17</sup> Ibid., p.1.

<sup>18</sup>Our miracle of Productivity, U.S. Chamber of Commerce Economic Research Department and the News and Information Department, Bulletin no.30 (April 20, 1954), p.2.

<sup>19</sup>"Productivity, the Last Frontier," Monthly Bulletin of the Federal Reserve Bank of Chicago (May 1958), p.13.

<sup>20</sup>Solomon Fabricant. Basic Facts on Productivity Change. National Bureau of Economic Research, Occasional Paper No.63, New York, 1959, p.1.



industrial em produzir bens para o consumidor final";<sup>21</sup>

### 3.6 A Concepção Japonesa de Produtividade:

e) "Produtividade é o dinamismo auto-renovador das organizações diante de ambientes em mudanças";

f) "Produtividade significa o esforço de adaptar eficiência e humanidade e harmonizar civilização e cultura"<sup>22</sup>

### 3.7 Produtividade versus Eficiência:

Como vimos acima, algumas definições descrevem a produtividade como a "eficiência" de fazer algo. Esta interpretação é incorreta porque eficiência é um conceito relativo a um nível máximo teoricamente definido e que pode ser quantificado e expresso em termos percentuais, enquanto produtividade é um conceito absoluto, não definido em termos de um nível máximo, e sendo assim não se pode expressá-la percentualmente. É um conceito empírico, uma razão que quantifica, por exemplo, produto(s)/fator(es), expressos em termos físicos ou em valores monetários.

Os conceitos de eficiência tecnológica, alocativa, e de escala, - que simultaneamente definem a eficiência econômica - derivam de uma solução de otimização, seja privada, econômica ou social e, portanto, têm uma grandeza definida, para um dado estado das artes e/ou função objetiva social dos agentes econômicos privados, da economia como um todo, ou mesmo de uma função objetiva que incorpora também elementos sujeitos a juízo de valor, não econômicos. É uma medida relativa a algum valor máximo ou ótimo que pode ser tomado como parâmetro e assim comparável teórica ou empiricamente.

Em resumo, na análise econômica, eficiência pode ser enfocada e medida do ponto de vista privado, do ponto de vista econômico, e finalmente, do ponto de vista social. Para estes três conceitos, dada uma determinada tecnologia disponível, uma estrutura de mercado para fatores e produtos, existe um valor máximo alcançável tal como o lucro do ponto de vista privado, ou excedente econômico (mínimo de custo médio e máximo de produto) do ponto de vista econômico, e finalmente, um ótimo de bem estar social que incorpora na função objetiva social elementos sujeitos a juízo de valor (crescimento econômico, distribuição de renda pessoal e espacial, emprego, etc.). Entretanto, não existe nada com respeito à magnitude de produtividade que implique qualquer taxa percentual,

---

<sup>21</sup>Harry Jerome, "Measurement of Productivity Changes and the Displacement of Labor," American Economic Review, XXII, Supplement (March 1932), p.32.

<sup>22</sup>Dorothea, op. cit. pg. 15.

a um valor máximo ou qualquer ótimo social definido. Em análise econômica, produtividade é um conceito e uma medida em si, que somente tem sentido analítico quando condicionada a eficiência privada, econômica e social.

Vale ressaltar que, embora produtividade e eficiência estejam geralmente correlacionadas positivamente, isto não acontece sempre. Em qualquer momento que um recurso produz algo em maior ou menor escala, ele é mais ou menos produtivo, mas não significa que ele está produzindo eficientemente, seja do ponto privado, econômico ou social. Fazendo-se comparações, em termos de uma análise física, podemos dizer que um recurso que é mais produtivo do que outro pode ser mais, menos ou igualmente eficiente. Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 100 watts é mais produtiva do que uma de 10 watts fluorescente porque aquela produz uma maior quantidade de luz, mas a lâmpada fluorescente é mais eficiente porque ela produz mais luz de cada quilowatts-hora de eletricidade. Alternativamente, uma lâmpada fluorescente de 100 watts é mais produtiva do que uma lâmpada incandescente de 100 watts, porque aquela produz uma maior quantidade de luz e mais eficientemente, porque usa o mesmo montante (100 watts) de eletricidade.

3.8 Produtividade e a Razão Benefício/Custo: Podemos definir por:

$$RT/CT = \frac{\sum p_i y_i}{\sum q_j x_j} \quad (1)$$

onde,  $p_i$  e  $y_i$  são, respectivamente, os preços e produtos vendidos pela firma e  $q_j$  e  $x_j$  são os preços e insumos comprados pela firma.

Esta é uma expressão originada do conceito de lucro e, como aquela depende das flutuações dos preços dos insumos e produtos, das distorções de mercado e flutuações de preços e isso nada tem a ver em si, com a relação física de produtividade. Assim, o lucro depende mais dos preços do que das relações técnicas dos insumos.

Tendo a expressão acima em mente, analisemos agora comparativamente o conceito de produtividade versus os conceitos de lucro (eficiência privada), excedente econômico (eficiência econômica) e bem-estar social (eficiência social).

Tomemos inicialmente uma empresa com grande margem de lucro, ou com uma relação benefício custo acima do normal. Significa que esta empresa é mais ou menos produtiva do que outra com uma margem de lucro menor ou uma relação benefício/custo menor? Evidente que não. Tudo depende das condições da eficiência tecnológica, alocativa e de escala. Ambas podem usar a mesma tecnologia, mas usarem os recursos, digamos, capital e trabalho em proporções diferentes, seja porque se defrontam com distintos preços relativos destes fatores, seja porque gozam de diferentes franquias



governamentais tributárias e/ou creditícias. Assim, uma das empresas pode ser mais produtiva, ou seja, gerar um maior lucro por uso de insumos, embora seja menos eficiente, em termos privado e econômico. De outra forma, podemos dizer também que o uso de um equipamento moderno, artificialmente valorizado, por exemplo, devido a subsídios creditícios e/ou isenções de impostos, não significa que esta empresa é mais eficiente em termos econômicos do que uma outra que não goze destas mesmas franquias.

Uma empresa pode deter um grau de monopólio bastante alto para a venda de seus produtos e ou um grau de monopsonio nas compras de seus insumos, tendo em termos contábeis preços artificiais nos custos e gozando de um alto grau de "mark-up" na venda do seu produto. Esta empresa poderá apresentar uma taxa de lucro maior, mas não necessariamente as escolhas tecnológicas e alocativas no uso dos recursos são eficientes, nem tão pouco a escala de produção é, necessariamente, aquela que minimize o custo médio e maximize o produto para o consumo da sociedade (eficiência econômica).

Finalmente, uma empresa pode até está operando a um nível máximo de eficiência econômica, (i.é. aquela que simultaneamente definida pela eficiência tecnológica, alocativa e de escala), mas não seja aquele valorado não economicamente pela sociedade. Podemos conceber uma empresa de utilidade pública, que por razões sociais deva operar em um nível de custo médio acima da receita média, conduzindo a prejuízos e conseqüentemente subsidiada pelo setor público para que se mantenha em funcionamento e atenda, por exemplo, o consumo de uma classe social de poder aquisitivo menor. Ora, o subsídio nada mais é do que uma transferência de outras atividades ou empresas, ou grupos sociais que foge totalmente da racionalização puramente econômica. Entramos aí no campo subjetivo, no campo das valorizações subjetivas do que deve ser ou no campo da análise normativa, e não na análise econômica positiva. Com isso não quero dizer que a análise normativa, substrato essencial das decisões de política econômica não seja importante e mesmo essencial, especialmente nas economias com grandes distorções sociais e estruturas de mercado imperfeitas. Porém, mais importante ainda é fazer com que a análise econômica positiva, incorpore de forma padronizada estes elementos subjetivos e assim venha permitir a se fazer análise comparativa da eficiência social na alocação dos recursos escassos.

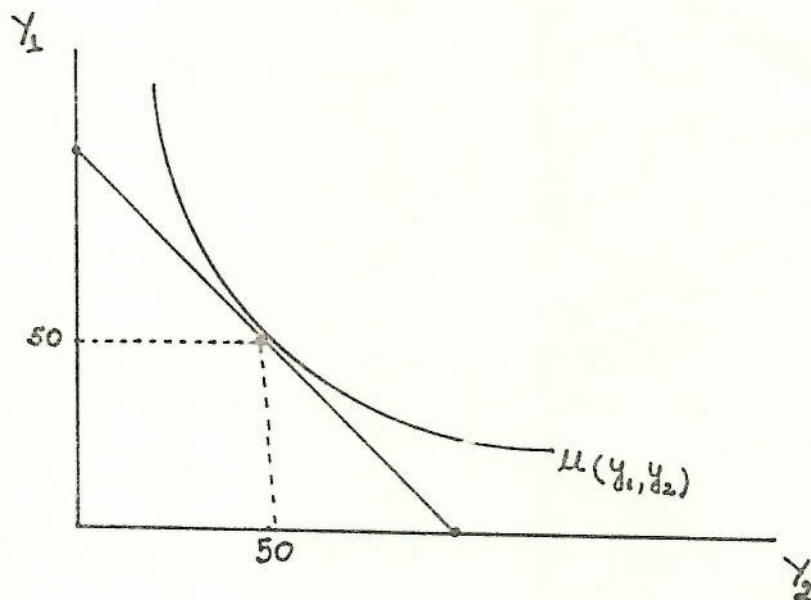
### 3.9 Produtividade versus Bem-Estar

Que podemos fazer em termos empíricos? Vejamos alguns exemplos em modelos operacionais. Tomemos uma sociedade com duas mercadorias ( $y_1, y_2$ ), e somente o fator trabalho ( $L = L_{y_1} + L_{y_2}$ ) como insumo, com 100 unidades disponíveis utilizadas na produção de  $y_1$  e  $y_2$ , respectivamente. Sendo  $L_{y_1}$  = Horas/homem na produção de  $y_1$  e  $L_{y_2}$  = Horas/homem na produção de  $y_2$ . Suponhamos que as relações tecnológicas de produção sejam representadas pelo vetor (1,1), o



qual significa que uma unidade de trabalho produz uma unidade de consumo de  $y_1$  e  $y_2$ . Então, a fronteira de possibilidade de produção ficaria representada pelos vetores  $(y_1, y_2 = 100 - y_1)$  ou pela equação  $(y_1 + y_2 = 100)$ . Suponhamos que, inicialmente, a produção seja distribuída igualmente ( $y_1 = 50, y_2 = 50$ ), e conseqüentemente o trabalho fica igualmente distribuído em 50 unidades destinadas para  $y_1$  e 50 unidades para  $y_2$ , conforme indicado no Gráfico 1.

Gráfico 1



Suponhamos agora que a produtividade (eficiência tecnológica) média da primeira indústria é dobrada. Assim, podemos representar no Gráfico 2 o vetor tecnológico por  $(2,1)$ , e a fronteira de possibilidade de produção pelos vetores  $(y_1, 200 - y_1 = y_2)$  ou pela equação  $(200 = 2y_2 + y_1)$ . Como ficaria definido quantitativamente o vetor de produção? Neste caso, temos que fazer supostos adicionais com respeito à demanda, ou seja, a função de preferência da sociedade, uma vez que não necessariamente, e muito provavelmente, a alocação de recursos eficiente (aquela que equilibraria oferta e demanda), não seria dada pela solução técnica ( $y_1 = 100, y_2 = 50$ ). Ou seja, não necessariamente o melhor nível de bem-estar dos consumidores (eficiência econômica) seria distribuído entre 100 unidades de  $y_1$  e 50 unidades de  $y_2$  indicada pela posição  $P_2$ .

Tomemos, como medida de produtividade, o índice dado pela relação:

$$I = (y_1 + y_2)/(L_{y1} + L_{y2}) \quad (2)$$

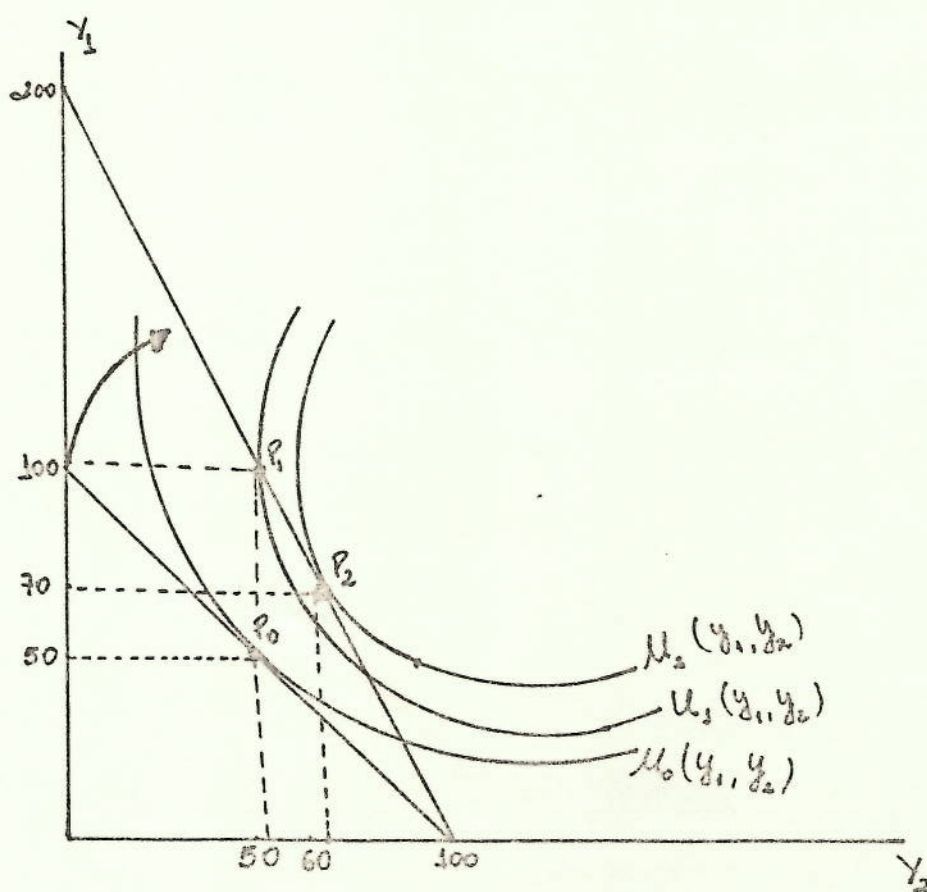
e suponhamos então três possibilidades, conforme as fronteiras de produção representadas pelos Gráficos 2, 3 e 4 que indicam também os pontos de equilíbrio ótimo das alternativas de demanda representadas por  $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ .

i) No Gráfico 2, suponhamos que a produção de  $y_1$  seria duplicada - usando a mesma quantidade de insumo -- conforme a mudança tecnológica para este produto, e a de  $y_2$  permaneceria igual. Então, se tomarmos a nova distribuição inicial da produção e dos fatores como base, teremos o índice de produtividade dado por:

$$I_1 = (100 + 50)/(50 + 50) = 1,50; \quad (2.1)$$

Façamos uma análise estática comparativa destas duas situações. Suponhamos que na situação original, mostrada no Gráfico 1, a escolha ótima da sociedade fosse definida pelas demandas de  $y_1$

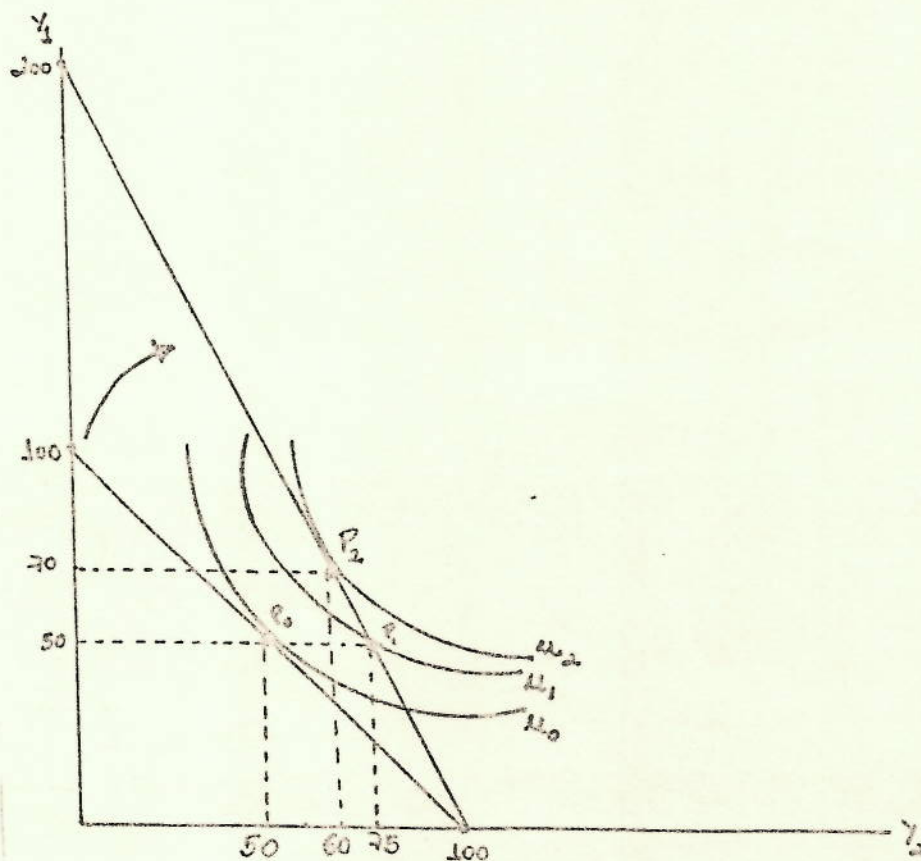
Gráfico 2





$y_1 = 50$  e  $y_2 = 50$ , conforme o ponto de tangência da função de utilidade  $U_0(y_1, y_2)$ . Com a duplicação da produtividade a nova fronteira de produção seria descolada para a direita e a nova posição de escolha ótima seria dada conforme a estrutura de preferência da sociedade e indicada pela nova curva de indiferença  $U_1(y_1, y_2)$ , representando um nível de bem-estar da sociedade mais elevado. Este novo ponto de equilíbrio ótimo (P2) poderia definir uma outra composição de demanda que não necessariamente seria dada por:  $y_1 = 100$ ;  $y_2 = 50$  na posição  $P_1$ . A título de ilustração poderíamos supor a escolha ótima dada pela composição de demanda:  $y_1 = 70$ ;  $y_2 = 60$ , no ponto de equilíbrio ótimo (P2). Comparando-se P2 com P1 podemos facilmente demonstrar que o nível de bem-estar da sociedade seria maior em P2 do que em P1, uma vez que a curva de indiferença tangenciando a restrição tecnológica dada por  $y_2 = 200$ ,  $y_1 = 100$  na posição  $P_2$  está em um nível mais alto do que aquela que tangencia na posição  $P_1$ . Este mesmo modelo de análise estática comparativa está indicada nos Gráficos 3 e 4 para que o leitor por si possa analisar.

Gráfico 3





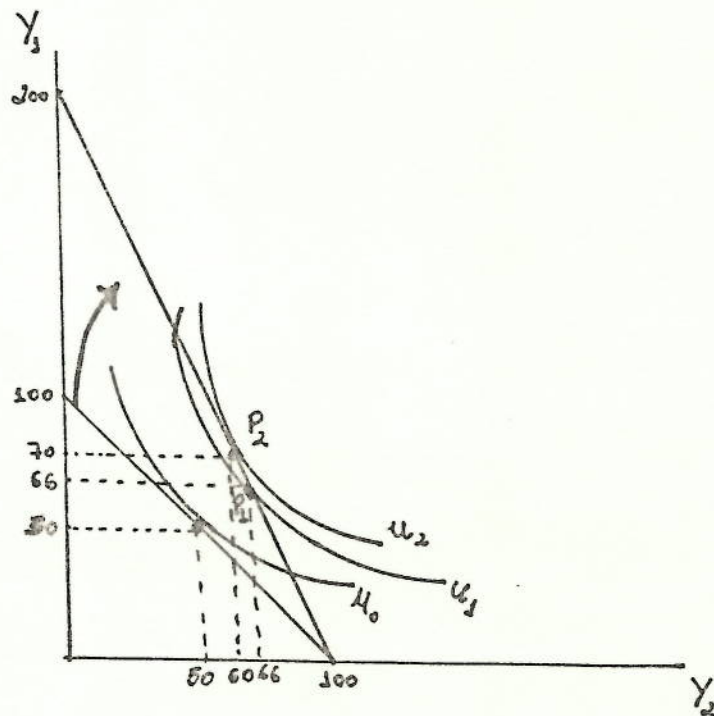
ii) No Gráfico 3 a produção de  $y_1 = 50$  se manteria no nível inicial dado pelo Gráfico 1 e a de  $y_2 = 100$ , seria aumentada para 75. Tomando-se a quantidade inicial de trabalho ( $L_1 + L_2 = 100$ ) a sua distribuição será feita para atender a restrição de  $y_1 = 50$ . Então, necessariamente,  $L_2 = 75$  e  $L_1 = 25$ . O índice de produtividade seria dado por:

$$I_2 = (50 + 75)/(25 + 75) = 1,25; \quad (2.2)$$

iii) Na terceira hipótese a produção seria igual para os dois produtos, portanto teríamos que alocar o fator trabalho levando-se em conta que a produtividade do processo produtivo de  $y_1$  continuaria sendo o dobro da de  $y_2$ . Assim, em valores aproximados, temos:

$$I_3 = (66 + 66)/(33 + 67) = 1,32; \quad (2.3)$$

Gráfico 4



Fica portanto demonstrado, neste simples exemplo, que a análise da mudança tecnológica do lado da oferta diz muito pouco sobre a solução final da composição do produto para atender a demanda, e desta forma atender a alocação eficiente dos recursos disponíveis e garantir a eficiência econômica. Este exemplo suporta o que foi discutido anteriormente, sobre as possíveis divergências entre o conceito de produtividade e de eficiência.



Tudo que podemos dizer é que a mudança tecnológica torna possível um aumento na produção e no bem-estar ou no nível de utilidade da população, mas não necessariamente garante a eficiência econômica e social. Produzir mais tanques ou mesmo mais residências, hospitais, ou qualquer outro bem, não significa que a sociedade esteja obtendo o máximo de benefícios com os recursos disponíveis. Somente o equilíbrio entre a oferta e demanda, dada a eficiência tecnológica, alocativa e de escala é que garante a eficiência econômica. Por sua vez, somente a partir de um certo nível de eficiência econômica é que uma sociedade pode garantir a eficiência social em algumas atividades, mas não em todas. Eficiência social implica na transferência de recursos das atividades com eficiência econômica ou privada. Portanto existe um limite sustentável para os decisores de políticas sociais transferirem recursos, do contrário o sistema econômico como um todo se hipertrofia e se desagrega.

A questão fundamental a ser feita é a seguinte: Primeiro, existe uma relação entre o desenvolvimento tecnológico e a demanda em uma economia de mercado?; Segundo, qual a relação ou lei comportamental entre a geração de novas tecnologias e a demanda? Em termos de eficiência econômica, qual é a trajetória ótima do desenvolvimento tecnológico?, ou seja, como determinar a alocação ótima de recursos na firma para a expansão da pesquisa tecnológica (R & D). Para a firma e/ou para a sociedade, investir em tecnologia é semelhante a investir na produção de bens e serviços.

#### 4 FONTES DE PRODUTIVIDADE

Certamente, tudo aquilo que engaja na produção de bens e serviços pode ter uma produtividade. Por exemplo, uma pessoa trabalhando somente com a sua força física, primária, tem uma produtividade, assim como um animal qualquer, tal qual uma cabra, que combinando a ração e água, produz leite ou carne ou uma fruteira, que combinando água, sais minerais e energia solar produz frutos. Estendendo o exemplo podemos dizer que as ferramentas manuais aumentam a produção, a energia que movimenta as máquinas e os programas de computação, que automatizam os equipamentos, têm produtividade.

Entretanto, existem outros elementos necessários à produção, tais como a eletricidade para a iluminação, móveis e utensílios na fábrica, edifícios, etc. Simplesmente porque uma mudança em algum item é acompanhado por uma mudança na mesma direção (positiva ou negativa) na quantidade de bens e serviços produzidos, não significa que este item tem uma produtividade. Mesmo se todos os outros fatores são mantidos constantes, e uma relação de causa e efeito é estabelecida, ainda assim, não significa que aquele item tem uma produtividade, mas em vez, que este item é responsável por uma mudança na produtividade da fonte de energia, no efeito do equipamento e na programação da automação. Por exemplo, se um trabalhador é colocado em um sistema de incentivo (ganho por



unidade), e a sua produção aumenta, o sistema de incentivo não teria uma produtividade, mas em vez, o sistema de incentivo leva o trabalhador a aumentar a produtividade.

Somente as fontes de energia, um corpo que se torna ativo em resposta a um estímulo ou um dirigente, são produtivos e tem produtividade. Assim, um administrador que prepara um melhor "layout" de uma planta, programa ou concebe uma melhor metodologia, de trabalho, não tem produtividade com relação ao processo de produção, mas causa mudanças na produtividade destes fatores produtivos. Entretanto, não é inconcebível que a produtividade de um executivo pudesse ser medida em termos do número de decisões que ele toma. O número de tomadas de decisão poderia ser olhado como um serviço que ele produz para a firma. Finalmente, matérias-primas não produzem e não têm produtividade. Entretanto, a substituição de uma matéria-prima, que é mais fácil para se trabalhar pode causar um aumento de produtividade daquele fator.

## 5 A MEDIÇÃO CONCEITUAL DA PRODUTIVIDADE

A medição da produtividade é, porém, um pequeno, embora importante campo de disciplinas combinadas; estatística, matemática, economia e administração. Ela foi originalmente definida por Quesnay como sendo "produção por unidade de fator". As pesquisas sobre as fontes de produtividade foram desenvolvidas na França, especialmente depois da Segunda Grande Guerra, estimuladas pela O.E.E.C. em 1950, e posteriormente sucedidas em 1960 pela O.E.C.D., como forma de encontrar políticas alternativas para o desenvolvimento econômico dos países da Europa Ocidental.

Neste trabalho, vamos explorar alguns aspectos dos problemas conceituais, geralmente confundidos com a medição da produtividade em uma determinada firma. Começamos pela definição de produto total da firma como o conjunto de sub-produtos dados pela expressão:

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n). \quad (3)$$

Os insumos, físicos e imateriais (serviços) ficam, por sua vez, expressos por:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (4)$$

Podemos tomar esta questão de forma mais abstrata, como o fizemos na introdução com o conceito de função de produção, e definir o operador (T) como a relação tecnológica entre insumo e produto. Portanto:

$$T(x) = (y) \quad (5)$$

ou,

$$T(x_1, x_2, \dots, x_n) = (y_1, y_2, \dots, y_n). \quad (5.1)$$







O conceito de Produtividade Marginal do insumo  $x_i$  é definido por

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i}, \quad (7.1)$$

onde  $\partial Y$  e  $\partial x_i$  são os incrementos marginais de  $Y$  e  $x_i$  respectivamente.

O conceito de Produtividade Média é expresso por,

$$Y/x_i. \quad (7.2)$$

Finalmente a Produtividade Marginal Total relaciona o incremento de produto total com os incrementos de todos os insumos, dado por

onde,  $\frac{\partial Y}{\partial F(x_i)}$

$$dY = \frac{\partial F}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial F}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial F}{\partial x_n} dx_n, \quad (7.3)$$

onde,  $dY$  e  $dx_i$  são derivadas totais enquanto  $\partial F$  e  $\partial x_i$  derivadas parciais. A validade desta expressão pressupõe, empiricamente, a inexistência de interação entre insumos nos processos produtivos, ou seja, os insumos ou fatores deveriam atuar no processo produtivo sem interdependência, -- o efeito de um insumo sobre o produto não afeta o efeito de outro insumo --. Subentende-se daí que cada insumo atua independentemente.

Estes conceitos derivam-se de uma função de produção, que nada mais é do que uma concepção genérica e simplificada do processo de produção de um determinado produto. Assim, podemos expressá-la por:

Cada insumo físico ou serviço que participa no processo produtivo deve ser identificado, pois não se pode somar ou agregar insumos não homogêneos por menores que sejam, às diferenças de suas especificidades. Por exemplo, um trabalhador com instrução primária é distinto daquele também com instrução secundária e este é, por sua vez, distinto daquele com instrução secundária mas com treinamento específico para exercer a função que lhe é designada na empresa. Portanto, em um processo produtivo, por mais simples que seja, existe um número bastante grande de insumos difíceis de serem identificados e quantificados.

Vê-se, portanto, que estes conceitos consagrados no enfoque da teoria neoclássica perdem a sua robustez quanto à aplicabilidade no sentido exato do modelo matemático utilizado, embora sejam fundamentais para erigirem a estrutura analítica da ciência econômica neoclássica. Assim, como em todas as ciências, devemos procurar outras formas de medir estes conceitos, de modo a refletirem o mais próximo possível a concepção abstrata expressa no



modelo teórico.

Um outro enfoque conceitual de produtividade pode ser formulado em termos de sua abrangência na empresa e como uma expressão relacionando o desempenho alcançado - produto em um dado período - com relação a insumos ou fatores identificáveis e tangíveis. Assim, a medida de produtividade fica expressa como a relação do produto físico (em Kg., Ton., Ha., etc.) em um dado período, com o insumo físico (homens/hora, área cultivada, etc.) consumido neste dado período. Este conceito tem sido aplicado para a fábrica (planta) em quatro níveis de medições.

5.1 Produtividade Total. A relação existente entre o valor total do produto e o valor de todos os fatores envolvidos na operação da empresa em um determinado período. Este aproxima-se do conceito teórico neoclássico de produtividade total, conforme a expressão(2).

5.2 Produtividade Parcial. A relação existente entre o valor do produto total em um determinado período e o valor de dois ou mais, mas não todos, insumos ou fatores envolvidos na produção do produto respectivo.

5.3 Produtividade Departamental. A relação existente entre o valor do produto de um departamento específico e o valor de todos os insumos ou fatores daquele departamento.

5.4 Produtividade Específica. A relação existente entre o valor do produto e um insumo ou um fator específico.

## 6 A MEDIÇÃO DE MUDANÇAS DE PRODUTIVIDADE

Mais genericamente, podemos considerar a produtividade média dada pela relação: produto e trabalho em horas/homem.

$$I_y = Y/L. \quad (8)$$

Como explicamos anteriormente, esta razão somente tem um sentido claro quando o produto e o fator são homogêneos, ou quando ela é aplicada para uma simples operação no processo produtivo da firma. Dela têm-se utilizado o seu conceito inverso, que corresponde ao conceito de quantidade de trabalho requerida para uma determinada operação na fábrica. Muitos estudos têm sido feitos com respeito ao tempo e movimento, procurando quantificar o requerimento de horas/homem e tempo para cada operação de um processo produtivo.

Se o produto não é homogêneo, esta taxa não tem sentido, a menos que o seu numerador seja expresso por fatores de conversão que definam os pesos (participação relativa) de cada produto no



produto total, como:

$$Y = a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_ny_n \quad (9)$$

onde os  $y_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) são montantes dos vários produtos produzidos e os  $a_i$  ( $i = 1,2,\dots,n$ ), são os respectivos "pesos" técnicos. A determinação destes pesos nos traz os intrincados problemas dos números índices. A nível de fábrica, este problema é resolvido com a utilização de coeficientes de fatores de conversão ou fatores de equivalência. Por exemplo: um pijama = 1,4 de uma camisa padrão; 1 short de algodão = 0,7 de uma camisa padrão; etc. Estes fatores de conversão ou fatores de equivalência nos dão a equivalência em termos de horas/homem utilizadas. Estes coeficientes têm significado prático dentro da empresa, mas mesmo quando apenas uma mudança tecnológica ocorre, esta implicará em modificações em todos os coeficientes dentro da fábrica. De qualquer forma, o alcance destes coeficientes em termos de análise econômica é muito restrito.

Os fatores de conversão podem ser calculados ou por estudos de trabalho e análise técnica, ou por métodos econométricos de análise de regressão. Os fatores técnicos de conversão somente têm sentido prático se existe um número muito pequeno de produtos em um setor. Se existem muitos produtos diferenciados, obviamente o numerário de homogeneização é o valor monetário. Isto significa que os pesos devem ser interpretados pelos preços. Assim, o numerador da medida de produtividade expressa por  $I_y = Y/L$  fica transformado em valor:

$$O = p_1y_1 + p_2y_2 + \dots + p_ny_n \quad (10)$$

onde,  $O$  é o produto em termos de valor econômico e  $p_i$ , os "pesos" econômicos, agora expressos em termos de preços.

Se nós usamos os preços correntes, a taxa  $O/L$  nos dará simplesmente valores brutos da produção por horas/homem. Esta é uma medida de produtividade média muito utilizada mas tem pouco a ver com o conceito de produtividade que relaciona a quantidade de insumos homogêneos para um determinado produto. Somente podemos captar algo mais próximo deste alusivo conceito se tomarmos os preços constantes. Embora esta medida tenha importância para a análise agregada do ponto de vista, por exemplo, da política fiscal do governo, quantificação do PIB, etc., pouco tem a ver com as preocupações de um gerente de firma, que normalmente procura planejar a produção para o próximo ano conforme suas expectativas de vendas, e conseqüentemente de lucro e não por saber sobre questões de produtividade.

As diferenças da relação produto por horas/homem entre firmas pode ser devido à organização eficiente do trabalho, à qualidade dos insumos e de mão de obra (treinamento), motivação, etc. Uma forma aproximada de tomarmos estas diferenças é considerando o valor adicionado ( $Va = O - I$ ) da fábrica (planta).



$$Va = (p_1y_1 + p_2y_2 + \dots + p_ny_n) - (q_1r_1 + q_2r_2 + \dots + q_mr_m) \quad (11)$$

onde  $q_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) e  $r_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) são os preços e quantidades dos insumos respectivamente. Se tomássemos todos os valores adicionados de todas as atividades, teríamos então o PIB do país.

Para uma firma, o indicador importante de produtividade é a taxa de valor adicionado (TVA) expressa por:

$$TVA = (O - I)/L \quad (12)$$

Esta é também avaliada a preços constantes, e que nos dá a contribuição da firma ao PIB por horas/homem ou por pessoas empregadas, conforme for definido no denominador.

Um indicador de produtividade mais completo não pode deixar de considerar também o capital. Para o gerente de uma firma, é razoável deduzir os custos do capital ( $C_k$ ) no numerador e expressá-la como uma taxa de lucro bruto (TLB/L) dada por:

$$TLB/L = (O - I - C_k)/L \quad (13)$$

Esta indica razoavelmente o conceito de produtividade dos insumos. Se ela tem o seu numerador crescendo mais proporcionalmente do que o denominador, então podemos assegurar que a firma está indo bem, com alavancagem financeira positiva.

A um nível mais sofisticado, principalmente quando tomamos um setor da economia de um país, é mais natural usar o capital no denominador e expressar o indicador de produtividade por:

$$TLB/LK = (O - I)/(L + K) \quad (14)$$

Este indicador que nos dá a contribuição do setor ao PIB, com relação ao montante dos recursos de capital e trabalho empregados no setor.

## 6.1 Índices de Incremento de Produtividade

Nesta Seção, apresentamos medidas de mudanças de produtividade para comparações em diversos períodos. Apresentamos conceitualmente quatro tipos de índices de incremento de produtividade (IIP): total; departamental; parcial; específica e, em seguida, indicamos as expressões para cada tipo de medida. Cada um emprega o mesmo conceito de índice de produto e insumos, diferindo somente com respeito aos tipos dos fatores ou insumos e produtos envolvidos.

a) Índice de Incremento de Produtividade Total (IIPT): Índice do Produto Total (IPT)/Índice de Insumo Total (IIT). Este expressa a



relação entre o valor total do produto e o valor de todos os insumos de fatores envolvidos na operação da empresa industrial em um determinado período.

$$IIPT = IPT/IIT \quad (15)$$

$$IIPT = \frac{\sum_j (q_j v_j)}{\sum_j (q_j^b v_j)} / \frac{(\sum_i x_i p_i + \sum_i X_i)}{(\sum_i x_i^b p_i + \sum_i X_i^b)} \quad (16)$$

b) Índice de Incremento de Produtividade Departamental (IIPD): Índice de Produto Departamental (IPD)/Índice de Insumo Departamental (IID). Este índice possibilita uma comparação entre o valor do produto de um determinado bem (componente do produto total) e o valor de todos os insumos alocados naquele departamento. Com efeito, é uma medida do produto global ou da produtividade departamental. O termo "departamento ou componente" foi adotado porque esta medida é análoga à lei física que estabelece que o todo é igual à soma de suas partes (componentes ou departamento), como neste caso. A soma de todos os valores de insumos e valores de produtos empregados na determinação de todas as produtividades departamentais seria igual ao valor do insumo e produto total. Quando propriamente relacionados, tornar-se-iam uma medida da produtividade global. Este índice é expresso por:

$$IIPD = IPD/IID \quad (17)$$

onde,

$$IPD = \sum_j (k_{jn} v_j q_j) / \sum_j (k_{jn} v_j q_j^b) \quad (18)$$

e

$$IID = \sum_j (\sum x_i p + \sum X_i) / (\sum_i x_i^b p + \sum_i X_i^b) \quad (19)$$

onde  $x_i$  e  $X_i$  representam insumos no departamento, respectivamente em unidades físicas e valores monetários ajustados para as variações de preços.

c) Índice de Incremento de Produtividade Parcial (IIPP): Índice do Produto Total ou do Departamento/Índice Parcial do Insumo. Este termo tem sido aplicado para a relação existente entre o valor do produto e dois ou mais fatores de insumo. O Indicador de Mudança de Produtividade Parcial (IMPP) é útil para comparar a produtividade de vários insumos na produção de um determinado produto. Isto torna-se importante, particularmente, quando os insumos que são estudados estão relacionados como, por exemplo, o fator trabalho versus o efeito na produtividade quando substituído por uma máquina.

A produtividade de uma fábrica poderia ser também considerada produtividade parcial quando incluídos todos os insumos da fábrica e relacionamos estes com o produto total ou produção total da indústria. As comparações de produtividade parcial são igualmente



aplicáveis aos insumos da administração, de venda e de outros insumos não diretamente relacionados com os processos produtivos da fábrica. Depois de decidido quais insumos particulares são integrados, as comparações de produtividade parcial são obtidas da mesma maneira que aquela mostrada na fórmula generalizada.

d) Índice de Incremento de Produtividade Específica (IIPE): Índice de Produto Total ou Departamental)/Índice de Insumo Específico. Como tem sido definida, a produtividade específica é a relação existente entre o valor do produto e de um insumo específico. Assim, este tipo de produtividade é aplicado para medir somente um dos fatores de insumo que pode ser individualmente medido. Um insumo específico pode também ser relacionado ao produto de uma operação produtiva particular, tal como a montagem ou o trabalho de uma máquina, um produto particular, um produto departamental ou o total produzido em um dado período. O trabalho produtivo e equipamento de produção serão usados para o propósito de ilustrar a medição da produtividade específica e mudanças de produtividade.

As expressões genéricas para o cálculo dos índices de produto e insumos ou fatores são apresentadas a seguir:

Medição do Insumo ou Fator da Firma. A quantificação de índices requer homogeneizar as quantidades dos insumos, ou seja usar fatores de conversão. Para isso usaremos os preços como fator de homogeneização para a construção dos índices de quantum de produto e do índice de quantum de insumo. Assim, mudanças nos insumos entre períodos podem ser mostradas por um índice ou taxa de valor corrente do insumo, pelo valor do insumo no período base. Define-se assim um índice de quantidade fazendo  $x_i$  representar as unidades físicas do insumo,  $p_i$  o preço médio do insumo e  $X_i$  o valor monetário ajustado para as variações de preços para aqueles insumos não medidos em unidades físicas. O somatório destes valores é indicado por  $\Sigma_i$ . Então, o índice de insumo generalizado, fica dado por:

$$II = (\Sigma_i x_i p_i + \Sigma_i X_i) / (\Sigma_i x_i^b p_i + \Sigma_i X_i^b) \quad (20)$$

Medição do Produto (IP). Similarmente, mudanças no valor do produto entre dois períodos podem ser mostradas como um índice ou taxa do valor do produto corrente sobre o valor do produto no período base ( $^b$ ). Façamos  $q_j$  igual ao número de unidades produzidas no respectivo período e  $v_j$  o peso do produto associado. A fórmula generalizada para o índice do produto é:

$$IP = (\Sigma q_j v_j) / (\Sigma q_j^b v_j) \quad (21)$$

$$\text{onde, } q_j = q_c (1 + \Delta VC / VC) \quad (22)$$

e,  $q_c$  = produto físico acabado,  $\Delta VC$  = a diferença (negativa ou positiva) no valor do custo variável do inventário de materias-



primas em processos no início e no fim do período. VC é o custo variável total das unidades dos produtos acabados no período.

## 6.2 Índices de Incremento de Produtividade do Trabalho

O conceito de produtividade e sua medição pode ser também aplicado para um produto específico e um fator específico, como seja o fator trabalho. Similarmente, este conceito pode ser enfocado do ponto de vista total, departamental e a nível operacional de uma máquina, como segue:

a) **Produtividade Total do Produto do Trabalho.** Neste caso, a produtividade total das horas/homem seria acumulada em termos da produção de um produto particular. Desde que ambos, insumo e produto, são medidos em unidades físicas, a conversão monetária não é requerida. Deve haver precaução na determinação do produto quando o ciclo produtivo é suficientemente longo para permitir aumento ou diminuição de trabalhadores que podem afetar o produto, embora não seja incluído na contagem física das unidades produzidas. As unidades físicas compreendem aquelas do princípio ao fim do processo. O indicador da produtividade total do trabalho é calculado de forma semelhante ao IPOM indicado acima.

b) **Produtividade Departamental do Trabalho.** O insumo consistiria do total de horas/homem produtivas em um departamento ou centro de custo da fábrica, enquanto o produto consistiria do valor de todos os produtos produzidos no departamento. Se o bem é homogêneo, então o produto é apenas a contagem física das unidades ajustadas ao inventário. Entretanto, quando mais de um bem é produzido, a quantificação do produto requer a contagem física de cada produto convertido em unidades monetárias através da aplicação dos pesos respectivos. Enquanto o valor adicionado líquido por unidade é usado para a determinação do produto global, sua aplicabilidade é questionável como peso para o produto de um departamento que constitui uma porção do trabalho total utilizado no produto acabado. O valor adicionado por unidade, refletindo o esforço e contribuição do empreendimento total, não refletiria propriamente a contribuição do departamento, em particular, ou segmento de produção da empresa. Conseqüentemente, um fator deve ser aplicado ao valor adicionado líquido por unidade para deflacionar proporcionalmente este valor, de modo que ele represente a contribuição do departamento ao produto acabado. Desde que esta contribuição possa ser representada por insumo, o valor de um insumo é designado em cada produto para cada departamento através do qual ele passa. O valor de tal insumo pode ser definido em base de padrão médio ou valores correntes.

Façamos "k" representar o fator de proporcionalidade para j produtos em "n" departamentos. Assim, para qualquer produto dado  $\sum k_j = 1$  e para cada departamento  $\sum_j k_j = 1$ .

O indicador de incrementos de produtividade específica para qualquer dos "n" departamentos dados seria a taxa do índice do



produto com relação ao índice do insumo específico. Chamando  $q_j$  o número de unidades produzidas no departamento em um dado período e  $v_j$  a participação relativa do produto no departamento, então o índice do produto é dado por:

$$IPD = \frac{\sum_j [\sum_n ((k_{jn} v_j q_j))]}{\sum_j [\sum_n (k_{jn} v_j q_j^b)]}. \quad (23)$$

c) Produtividade do Trabalho a Nível Operacional ou de Máquina (IPOM): Provavelmente, é o mais fundamental e uma das mais importantes medições do ponto de vista do controle. A "produtividade do trabalho" de um produto por homens/horas mede o desempenho do trabalho aplicado ao maquinário produtivo, ou à montagem ou às operações manuais similares. Os dados de insumo e produto são usualmente tirados em termos de unidades físicas dos relatórios de produção disponíveis.

Tomemos:

$I^b$  = quantidade do insumo no período base com relação às horas/homem cobradas para as operações específicas;

$I$  = quantidade do insumo no período com relação às homen/horas cobradas para esta mesma operação;

$P^b$  = quantidade do produto no período base em termos de contagem do produto físico da operação específica para a qual  $I$  é determinado;

$P$  = quantidade do produto no período em termos de contagem física da operação específica do produto.

Então:

$$II = I/I^b; \quad (24)$$

$$IP = P/P^b \quad (25)$$

e;

$$IPOM = IY/II. \quad (26)$$

## 7 QUESTÕES SOBRE O MÉTODO

### Exequibilidade do Método Proposto

Enquanto todos os métodos de medições de produtividade têm certas limitações conceituais inerentes, dois testes importante para avaliar um método particular são:

1. a factibilidade com a qual estes resultados podem ser significativamente interpretados pelo administrador, e
2. a validade conceitual da expressão produtividade.



## Limitação do Método

1. Medição Monetária Requerida. Algumas dificuldades são previstas na medição dos insumos e produtos em unidades físicas, e então utilizam-se preços médios ponderados para a conversão de insumos e produtos físicos em valores monetários.

### 8 A PRODUTIVIDADE DOS FATORES CAPITAL E TRABALHO: Um Estudo de Caso para o Setor Químico-Petroquímico no Estado da Bahia.<sup>24</sup>

Dadas as dificuldades de levantamento sistemáticos de diversos produtos de cada empresa e dos seus fatores de produção, em termos físicos e/ou valores monetários, procurou-se utilizar os dados de balanços, complementados por outros dados levantados através de um questionário, e definir o modelo para este estudo como segue:

A Taxa de Produtividade Total de Fatores (TPF), para um dado gênero do sub-setor químico-petroquímico, conforme a classificação de gêneros de indústria do IBGE, fica definida como a variação entre o Índice de Quantum do Produto (IQP) e o Índice de Quantum de Fatores (IQF), e expressa através da seguinte relação (16) aqui repetida:

$$TPF = (IQP/IQF) - 1 \quad (27)$$

É de suma importância na orientação de políticas para os vários setores da indústria química-petroquímica que se busque isolar os efeitos do capital e trabalho na produtividade total. Para esta finalidade, o modelo multiplicativo parece ser o mais adequado. Assim, as Taxas de Produtividades do Capital e Trabalho, TPK e TPL, respectivamente, numa dada atividade, podem ser expressas através da seguinte relação.

$$(1 + TPF) = (1 + TPK) (1 + TPL) \quad (28)$$

Conhecida a força de trabalho de cada ano em uma atividade, a estimativa do Índice de Quantum do Fator Trabalho na referida atividade (IQL) é diretamente obtida dividindo-se o número de empregos gerados nesta atividade no ano 1 pelo ano base. O mais correto é ponderar a participação da força de trabalho pelo valor dos salários de cada categoria (pelo menos duas categorias: i - pessoal ligado à produção; ii - pessoal ligado à administração). Assim, estariam consideradas, indiretamente, questões não explicitamente levadas em conta como as variações nas condições de trabalho, na sua intensidade, na sua especialização,

---

<sup>24</sup>Este modelo foi apresentado pelo Professor José Carrera Fernandes para o projeto "Análise de Eficiência do Setor Químico-Petroquímico no Estado da Bahia".



bem como, para dirigentes, sua imaginação, intuição e capacidade de decisão.

Por facilidades computacionais e disponibilidades de dados, propõe-se estimar o Índice de Preços do Fator Capital (IPK), para cada setor, através da relação:

$$IPK = (K_1/K_0) \quad (29)$$

onde  $K_1 = D_1 - W_1$  e  $K_0 = D_0 - W_0$ , isto é, o capital utilizado em cada atividade é a diferença entre a despesa operacional total (D) e o valor pago ao fator trabalho-salários (W).

As taxas de utilização do capital ( $k_i$ ) podem ser estimadas através de:

$$k_0 = K_0/A_0 - 1 \quad (30)$$

$$k_1 = K_1/A_1 - 1 \quad (31)$$

onde  $A_0$  e  $A_1$  são os valores dos ativos operacionais médios, portanto, estoques de capital nos dois anos considerados. Assim, o capital utilizado por ano 1, a preços do ano 0, pode ser estimado por:

$$K_1^0 = K^{me} A_1^0 \quad (32)$$

onde  $K^{me} = \{(1+k_0)(1+k_1)\}^{1/2} - 1$  é a média geométrica das taxas de utilização do capital, e  $A_1^0 = A_1/DEF$ , sendo DEF o deflator ponderado pela variação da OTN (no que se refere ao imobilizado) e a variação do IGP (para o ativo circulante e o realizável a longo-prazo).

Portanto, o Índice de Preço do Fator Capital (IQK), para cada atividade, é estimado através de:

$$IQK = K_1^0/K_0 \quad (33)$$

Alternativamente, se  $\alpha$  é a proporção do trabalho no valor de produção, então a parcela do índice de quantum de produtos devido à produtividade da mão de obra pode ser estimada por:

$$T'PL = (IQP)^{\alpha} - 1 \quad (34)$$

Assim, a parcela do índice de quantum de produtos devido à produtividade do capital será:

$$T'PK = (IQP)^{1-\alpha} - 1 \quad (35)$$

Como a disponibilidade de dados e a característica do bem produzido podem ser fatores limitantes na execução deste trabalho,



é de bom alvitre ter-se alternativas para mensuração dos diversos índices de quantum para os vários setores da indústria química-petroquímica.

No que se refere ao índice quantum, o critério a ser utilizado é o da base móvel, isto é, o índice de quantum de produtos para o ano n é o resultado da divisão do quantum de produtos do ano n pelo quantum de produtos do ano (n-1), ou seja:

$$IQPn = Qn/Q(n-1) \quad (36)$$

Estes índices serão apresentados de forma cumulativa, adotando-se um determinado ano como base. A escolha deste ano base deve ser dada em função da disponibilidade de informações.

Na construção do índice de quantum real, tomar-se-á o índice de crescimento da indústria química-petroquímica (ou índice de crescimento da economia - PIB do setor). Para o índice de preços, deflacionar-se-á pela taxa de crescimento dos preços dos produtos químicos-petroquímicos.

## 9 ASPECTOS OPERACIONAIS

Este estudo será executado a partir de três principais fontes de informações: 1) Balanço e Demonstrativos das empresas junto a Associação Comercial e Federação das Indústrias do Estado da Bahia; 2) Aplicação do questionário em anexo junto as empresas do sub-setor; 3) Dados nas publicações do IBGE, Secretaria da Fazenda do Estado da Bahia e dados da RAIS do Ministério do Trabalho.

Este estudo está concebido, idealmente, para ser executado simultaneamente com dois outros estudos: "Avaliação da Produtividade dos Fatores Capital e Trabalho" e "Análise da Estrutura de Mercado do Setor Químico-Petroquímico Baiano". A execução isolada do mesmo incorre em custos operacionais elevados para todo o universo de empresas. Assim, um questionário único para os três estudos reduziria os custos, tempo e facilitaria a compatibilização dos dados. Entretanto, é importante esclarecer que na impossibilidade destas pesquisas serem implementadas simultaneamente, a execução de um menor número seria válida. Apenas, ficaria restrita a uma amostra deste universo, sem contudo perder a validade do seu conteúdo analítico, da experiência e aprendizagem almejada, objetivo precípuo da política de incentivos à iniciação científica do CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, H. C.; ROSSI, José W. A. Produtividade Total dos Fatores de Produção na Indústria Brasileira: 1979 - 1983. PESQUISA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO. São Paulo, v.19, n.2. ago. 1989.
2. FENSK, R. W. An Analysis of the Meaning of Productivity. PRODUCTIVITY MEASUREMENT REVIEW. OECD, n.42, ago. 1965.
3. BORCH, K. Theories and Principles of Productivity Measurement at Different Levels. PRODUCTIVITY MEASUREMENT REVIEW. OECD, n.42. ago. 1965.
4. MACEDO, J. PAIVA. Conceitos e Quantificação de Produtividade. CIÊNCIA & TROPICO. Brasília. v.18, n.1. p.19-26, jan/jun. 1980.
5. STEPHENSON, S. S., four level quantitation measurement of company Productivity. PRODUCTIVITY MEASUREMENT REVIEW. OCEAD, n.45, ago. 1965.
6. THOMPSON, E. J. Productivity - Major Elements in economic change? PRODUCTIVITY MEASUREMENT REVIEW. OCDE, n.42. ago.1965.