

ARQUIVO 2

Cálculo da Produtividade com base na Teoria Neoclássica da Produção

Lucineia Hipólito Carvalho*

Resumo

O presente trabalho questiona a função da Teoria Neoclássica da Produção em suas bases. Inicia-se com a análise de vários trabalhos escritos durante as décadas de 80 e 90. Nesse período, os economistas estavam divididos em dois grupos. De um lado, estes defendiam que a produtividade do trabalho havia crescido e, para outro grupo, a produtividade, no mesmo período, havia estagnado. Pode-se concluir que a contradição entre os dois grupos encontra-se na Teoria Neoclássica da Produção.

Palavras-chave: Produtividade da mão-de-obra, Produtividade marginal do trabalho, Teoria Neoclássica da Produção, Função de Produção.

Abstract

This paper questions the function of the Neoclassical Theory of Production from its bases. It starts with the analysis of various studies developed throughout the 80's and 90's. During those two decades, the economists were divided into two groups. One group defend that labor productivity had increased, whereas another group believed that productivity had remained stable during the same period. Therefore we can conclude that such contradiction in their analysis relies on the Neoclassical Theory of Production.

Key-words: Labor Force Productivity, Marginal Labor Productivity, Neoclassical Theory of Productivity, Production Function.

* Economista; Mestranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa; Professora do Centro Universitário de Ciências Gerenciais – UNA . lucineia.hipolito@una.br

1. Introdução

Crescimento, industrialização e emprego são temas que já foram objetos de estudos dos mais variados no Brasil. A indústria nos anos setenta era o setor líder de crescimento, nos anos oitenta foi o setor mais penalizado e como resultado, o setor terciário ganhou grande destaque, porém com desníveis tecnológicos, desníveis de produtividade e de condições de trabalho.

Desta forma, a década de noventa iniciou-se com expectativas não muito promissoras afinal, foram vários choques adversos na economia, com efeitos recessivos e redutores de emprego. Choques que se prolongaram até os anos recentes.

As transformações estruturais em curso são de grande importância para a elevação da produtividade e melhoria da competitividade tanto no mercado interno quanto no mercado externo. O Brasil então, tende a ajustar-se à nova situação, ou seja, incorporar novas tecnologias de produção e elevar a produtividade.

Apesar do Brasil ter iniciado sua abertura comercial bem mais tarde do que os outros países, este processo já se estende por quase dez anos e, no entanto são raros os estudos que procuram avaliar seu impacto sobre a economia brasileira, principalmente sobre a estrutura industrial e, isto se deve pela falta de dados atualizados sobre a produção industrial.

O tema em questão - produtividade - é de extrema importância, embora esta evolução recente da produtividade industrial ainda seja objeto de controvérsia entre estudiosos.

Este estudo está dividido em três partes além da introdução. A primeira parte procura analisar um debate sobre a produtividade nos anos noventa, e este período merece atenção pelo fato de que o quadro econômico mudou de forma significativa devido a abertura comercial. Neste capítulo são analisadas as controvérsias sobre o aumento da produtividade, controvérsias que darão suporte para a continuação deste estudo.

A segunda parte volta-se para as questões metodológicas utilizadas pelos estudiosos com a intenção de se obter um resultado. Esta parte divide-se em duas subseções, a primeira busca enfatizar a Teoria Neoclássica da Produção com suas hipóteses; a segunda busca explicar as metodologias utilizadas. Vale ressaltar que, essas metodologias são a base deste estudo.

A terceira e última parte constituem na simulação matemática de um modelo Neoclássico da Produção. Leva-se em consideração as hipóteses básicas desta teoria e com isso tem-se a pretensão de se aproximar ao máximo de um resultado mais satisfatório possível.

2 O Debate da Produtividade nos Anos Noventa

Nos anos oitenta, com a instabilidade econômica e recessão, o mercado de trabalho se encontra no auge dos estudos. Surgem trabalhos sobre a absorção da mão-de-obra na indústria de transformação e que também tratam da produtividade. O trabalho de CALABI e LUQUE (1985) é o pioneiro e bastante representativo, tem como objetivo central analisar de forma ordenada o comportamento cíclico das taxas de crescimento das variáveis: produção; emprego e produtividade; taxa de salários e custos salariais; custos de insumos; *mark-ups* e preços. Uma das conclusões deste trabalho foi que a taxa de crescimento da produtividade é maior quando a economia está expandindo sua produção do que numa fase de declínio da atividade¹. Além disso, vale ressaltar que os níveis de produtividade elevam-se nos primeiros estágios de expansão e nos últimos períodos de contração.

Nos anos noventa, o quadro econômico muda de forma significativa com a abertura da economia e com a reestruturação econômica. Com o Plano Real, o crescimento da produtividade passa a ser a peça-chave na estratégia² da política econômica do governo.

A partir de 1992 surgem trabalhos específicos sobre o tema. FEIJÓ e CARVALHO (1993) aceitam as taxas apresentadas pelo IBGE e que através destas procuram explicá-las dentro de um novo contexto econômico, com o objetivo de discutir a evolução da produtividade e da produção industrial nos anos recentes. Segundo AMADEO e CAMARGO (1991), "de 1988 ao início de 1991 a produtividade é crescente, período em que a produção industrial "declinou"³. Para eles, este ano de 1988 foi um período de inflexão⁴ econômica devido ao início da política de abertura da economia e a nova Constituição (multa de 40% sobre FGTS para demissão sem justa causa), fatores estes que teriam estimulado o aumento da produtividade através da elevação dos encargos trabalhistas e também via incremento da concorrência externa.

¹ Os níveis de produtividade elevam-se nos primeiros estágios de expansão e nos últimos períodos de contração.

² O crescimento da produtividade, objeto de estudo, será discutido mais detalhadamente no próximo capítulo. Ilusão criada por este fenômeno.

⁴ Termo usado por Feijó e Carvalho (1993), não necessariamente implica em uma mudança de direção.

Segundo FEIJÓ e CARVALHO (1993) o aumento da produtividade industrial brasileira pós 1985 está atrelado ao ajuste conjuntural e ao ajuste estrutural relacionado com a abertura econômica. O ano de 1991 merece uma análise mais detalhada porque no período entre 1985 e 1991 o incremento acumulado da produtividade foi de 8,2%, e este resultado só foi alcançado devido ao aumento da produção por trabalhador em 1991, de 10,8%.

Quanto ao comportamento do custo industrial em 1991, observa-se que, devido à diminuição no emprego, houve aumento de gastos com a folha de pagamento em termos nominais menores do que o valor da produção, significando que os salários perderam peso na composição dos custos industriais, tendo como consequência um pequeno aumento das margens de lucros, ou seja, esses indicadores mostraram que as empresas compensaram a queda no emprego com aumento da produtividade, e reduziram os custos salariais na tentativa de manterem sua capacidade de acumulação.

Vale ressaltar que, um dos fatores que possivelmente contribuiu para o significativo aumento da produtividade em 1991 foi a piora nas relações de troca com a agricultura. Segundo o Índice de Preço ao Mercado - Oferta Global (IPA-OG), da Fundação Getúlio Vargas, no período de 1985 à 1991, os preços agrícolas elevaram-se 48,1% acima dos preços industriais, e depois de três anos com uma relação de troca favorável à indústria. A situação se inverte nos anos de 1990 e 1991 quando os preços agrícolas acumularam uma alta de 67,2% frente aos preços industriais. Então, "com a elevação dos insumos agrícolas tornou-se necessário elevar a produtividade para tentar manter a margem de lucro" (FEIJÓ e CARVALHO, 1993).

Outro fator que também deve ter contribuído para o aumento da produtividade é de ordem estrutural. Desde 1988 a indústria está num processo de modernização, pressionada pela abertura a economia, ignorando assim, racionalização e informatização dos processos produtivos, redução de níveis hierárquicos, terceirização, programas de treinamento, etc. Consequentemente, tem-se o aumento da produtividade e da competitividade na indústria. E neste caso, vale lembrar que no período recessivo, entre 1981 e 1983, ocorreu também o aumento da produtividade acompanhado de queda de emprego, e parte desse incremento passou a ser incorporado à estrutura da indústria, ou seja, a indústria após a recessão passou a necessitar de menos trabalhadores que antes.

No artigo de FEIJÓ e CARVALHO, foi feito um conjunto de regressões onde investigaram-se para indústrias representativas do parque industrial brasileiro, os

componentes responsáveis pela variação da produtividade ao longo do tempo para identificar quais setores que devem ser os responsáveis por ganhos na produtividade das indústrias analisadas. A medida usada para a produtividade refere-se à do trabalho, e sua expressão é dada pela relação valor adicionado / pessoal ocupado. Os autores esclarecem que esta medida apresenta limitações por não levar em conta variações da produção ao longo do tempo; o número de horas trabalhadas por cada empregado; distorções nas relações de trocas embutidas na medida do valor adicionado; problemas relativos à qualidade dos produtos considerados. Neste estudo, foi feita a análise do comportamento da produtividade industrial em 1985 e também desenvolveu-se um modelo explicativo para a produtividade setorial, onde os dados utilizados nas regressões foram da Pesquisa Industrial Mensal da Fundação IBGE, a partir de 1985, e os índices de preço industrial (IPA-OG) da Fundação Getúlio Vargas. Foi feita também uma análise setorial e regional, ressaltando os setores que obtiveram resultados expressivos no que diz respeito ao crescimento da produtividade⁵.

AMADEO e VILLELA (1994) alinharam-se aos pensamentos de FEIJÓ e CARVALHO. Para eles, houve um crescimento expressivo da produtividade do trabalho no Brasil nos últimos quatro anos, ou seja, de 1990 à 1994. Em seu trabalho, foram descritas as principais características do período 1988-92 no que se refere ao comportamento da produção industrial, emprego e horas trabalhadas e, produtividade do trabalho, destacando os gêneros industriais que tiveram aumento na produção nesse período. Posteriormente, examinaram a experiência de alguns países da Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OECD) entre 1985 e 1991 no que se refere à relação entre produtividade do trabalho e geração de empregos na indústria, esclarecendo que, o custo unitário do trabalho (que é a combinação do custo salarial e da produtividade do trabalho), tem um comportamento diferenciado entre países. Nos Estados Unidos houve estabilidade do custo unitário enquanto que, nos demais países o custo cresceu pelo menos 75%. No Brasil, o custo unitário do trabalho cresceu em torno de 115% entre 1985 e 1989 e depois caiu 14% entre 1989 e 1992.

Portanto, o custo unitário do trabalho resultou do crescimento do custo salarial horário em dólares. O nível de emprego caiu na Suécia, Alemanha, Estados Unidos e Brasil, e na Itália e Japão cresceu menos que 10%. No que diz respeito as horas trabalhadas, em nenhum dos países o crescimento das horas atingiu o patamar de 5%.

⁵ Para maiores detalhes, ver Feijó e Carvalho (1993), "Produtividade na Indústria Brasileira: evidências recentes". Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade.

Então, a combinação dos dados sobre produção, emprego e horas refletem no comportamento das medidas de produtividade-emprego e produtividade-hora. O crescimento da produtividade reflete o processo de reestruturação industrial, esta reestruturação está associada a mudanças tecnológicas poupadoras de trabalho em todos os países.

Com base nas lições de países da OECD - particularmente Estados Unidos e Japão - o estudo de AMADEO e VILLELA, apresenta um modelo onde são examinados os efeitos do crescimento da produtividade sobre o emprego. Comparados estes dois países foram extraídas duas lições: a primeira, de que o crescimento da demanda doméstica é relevante para o crescimento industrial e para a geração de empregos, e a segunda, é de que o crescimento da produtividade do trabalho não está totalmente associada à redução do nível de emprego. Em alguns casos, o crescimento da produtividade gera mais emprego através do aumento da competitividade.

Estas duas lições podem ser sintetizadas assim: de um lado, o crescimento do emprego é dado pela diferença entre o crescimento da produção industrial e da produtividade do trabalho, e de outro lado, o nível de produção industrial é dado pela soma da demanda doméstica com o superávit comercial (exportação maior que importação).

A partir do modelo, exploraram-se os efeitos do crescimento da produtividade sobre o emprego e que posteriormente será discutido.

A seguir, ainda no estudo de AMADEO e VILLELA, foram examinados os dados sobre gêneros industriais no Brasil e com isso, avaliado o efeito global do aumento da produtividade, levando em conta o comportamento da demanda doméstica.

E por fim, o estudo de AMADEO e VILLELA chega à seguinte conclusão: "o crescimento da produtividade tem efeitos multiplicadores de tal modo que uma pequena variação na produtividade do trabalho têm enormes efeitos sobre a competitividade ao longo do tempo".

Já a partir do ano de 1996, o debate muda. Analistas concordam que houve elevação da produtividade, sendo que a maioria acredita que os índices estão superestimados devido à deficiência das pesquisas do IBGE.

O estudo de CONSIDERA e VALADÃO (1995) é direcionado para as questões econômicas e estatísticas, chamando a atenção para o fato de que as estatísticas de

produtividade industrial obtidas das pesquisas mensais do IBGE, estariam superdimensionadas, sendo que erros importantes logo são identificados. O primeiro é referente "à evolução do produto de cada unidade produtiva, que pelo procedimento da pesquisa mensal está sendo medido pela produção física e não pelo valor adicionado", e então, pode-se estar computando numa unidade produtiva o que era anteriormente sua produção intermediária e que eventualmente tenha sido transferida para outra unidade produtiva, ou talvez substituída por produtos importados, superdimensionando, portanto, o seu produto. E o segundo erro identificado refere-se "a mensuração do emprego industrial: por um lado, o número de pessoas ocupadas não representa exatamente o emprego, que deveria estar sendo mensurado pelo número de horas na produção, para dar conta de eventuais horas extras"; e por outro, nos casos de terceirização, em que a produção e emprego são deslocados para outra unidade produtiva que não faz parte do painel de informantes da pesquisa, deixa-se de computar esse emprego, embora a produção continue a ser considerada. O resultado desses dois erros seria então, o superdimensionamento da produtividade.

Os autores ressaltam que no caso do Brasil, isto é grave, quando se leva em conta que o painel de informantes da pesquisa mensal do IBGE sobre produção e emprego refere-se ao Censo Industrial de 1985. Ressalta ainda, que muitas coisas mudaram durante esse período, principalmente em termos institucionais, como por exemplo, a nova Constituição de 1988; a liberalização do comércio exterior; o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP); a privatização do setor produtivo estatal; a desregulamentação da economia e a aprovação do código de defesa do consumidor.

Com isso, as empresas se viram obrigadas a se reestruturarem.

Voltando ao caso da superestimação da pesquisa, os autores chamam a atenção para a pesquisa domiciliar de emprego estar superestimando a evolução do emprego na indústria, isso porque registra somente o número de pessoas ocupadas e não o pessoal ocupado na produção. Então, neste caso, a pesquisa domiciliar estaria superestimando os cortes de emprego na atividade industrial ao computar reduções de pessoal ocupado em funções administrativas e de serviços auxiliares da indústria. Contudo, o cálculo da produtividade industrial pela Pesquisa Domiciliar - PME, deverá ser bem inferior àquele feito pela Pesquisa em Estabelecimento - PIM-DG, mas ainda sim superior à que seria a produtividade efetiva calculada com as informações de emprego adequadas.

Posteriormente, o estudo destaca uma tabela com informações de 1985 até 1995 onde o aumento da produtividade calculada com base nas estatísticas de emprego domiciliar da PME é bem inferior àquele calculado com base no emprego por estabelecimento industrial da PIM-DG. E registra que foi de 1991 em diante, com a intensificação da abertura comercial, que as diferenças entre os registros de aumento da produtividade segundo a PIM-DG e a PME se intensificaram.

Foi feita uma comparação do emprego, segundo as estatísticas por estabelecimento industrial da PIM-DG e por domicílio da PME, onde foi verificado até 1987 uma evolução bastante semelhante, e a partir de 1988 ocorreram separações nas séries, apontando para o problema que há nas estatísticas por estabelecimento industrial ao não registrarem o emprego da produção terceirizada.

Segundo os autores, esses resultados sugerem a urgência de se realizar uma pesquisa estrutural que permita captar com maior nitidez o que se passa em termos de emprego e produtividade na indústria brasileira, visto que, já se passaram dez anos e o painel amostral da pesquisa de emprego tem como base original o Censo de 1985.

Concluem que, “estamos longe de atingir um Japão em termos de produtividade industrial e que com crescimento sustentado a economia brasileira continuará a aumentar a produtividade, o emprego e a renda per capita”. (CONSIDERA e VALADÃO, 1995)

Não se pode esquecer da questão da abertura comercial, CORREA e MOREIRA (1996) discutem principalmente este caso. Com a abertura da economia, está havendo uma substituição de valor agregado nacional por insumos importados, e isso não é captado pelos índices de produção física, ocasionando elevação artificial da produtividade. Em uma avaliação geral, este estudo mostra que

“os custos unitários da mão-de-obra passaram a crescer a partir de 1992, acumulando uma alta de 30% até 1995, apesar de estar utilizando dados sobre os ganhos de produtividade claramente superestimados, uma vez que as informações disponíveis referem-se à produção por hora trabalhada e não ao valor adicionado”.

Segundo os autores, há aumento de importações de insumos e componentes, tanto em termos absolutos como em relação à oferta global, o que caracterizaria uma desindustrialização parcial, pois, alguns setores encolheram com a abertura comercial por não conseguirem competir com as importações. Outra evidência

apontada é o fato de que com a abertura econômica, a indústria ter-se tornado mais intensiva em valor agregado, pois aumentou generalizadamente, a relação da transformação industrial (VTI) / valor da produção (VP). O maior peso do VTI deve-se a conjugação dos fatores - a participação dos insumos cai, pois são usados de forma eficiente, e seu preço diminui com o acesso aos importados, e o acréscimo do salário médio acaba por aumentar a massa salarial, elevando o VTI. Não há evidências de que a maior penetração das importações acarrete diminuição do valor agregado da produção nacional. Então, não deve causar distorções no índice de produtividade a ponto de comprometer os resultados.

Outra questão que não pode cair no esquecimento é a terceirização, discutida por REGO (1994). Significa “transferir a terceiros atividades não essenciais de uma empresa, ou seja, a contratação de serviços de terceiros para a realização de atividades-meio, possibilitando-lhe concentrar-se em atividades-fim”.

No âmbito da amostra, cerca de 82 % do mercado industrial brasileiro contrata, serviços de terceiros para a realização de atividades-meio, e uma fração do mercado equivalente a 18 % indica realizar terceirização de suas atividades, principalmente empresas de menor porte.

Segundo o autor, as indústrias do fumo, química, da borracha, do vestuário, de calçados e artefatos de tecidos, metalúrgica, de material elétrico e de comunicações, e de bebidas são aquelas que mais generalizadamente terceirizam tarefas, enquanto que a terceirização abaixo de 50 % dos respectivos mercados, ocorrem somente nos segmentos têxtil, e editorial e gráfico.

Uma observação feita por SABÓIA e CARVALHO (1997), é que apenas a terceirização da produção pode afetar o índice do IBGE. Se muda o empregador do funcionário que trabalha no restaurante ou na limpeza, por exemplo, isso não afeta as estatísticas, pois, este não é um trabalhador ligado diretamente à produção. Mas, REGO (1994) diz que, é exatamente a terceirização de serviços (restaurantes, segurança, transporte, assistência médica, etc.) a mais utilizada pelas empresas, isto é, a mais terceirizada.

Concluem que as elevadas taxas de crescimento da produtividade são irreais porque não captam a terceirização.

Com base neste debate, teve-se a oportunidade de entender os pensamentos divergentes ou não de alguns estudiosos, entender suas linhas de pensamentos sobre o aumento da produtividade da mão-de-obra, e adiantar a conclusão de que

nem sempre os pensamentos seguem um mesmo caminho. FEIJÓ e CARVALHO aceitam as taxas apresentadas pelo IBGE e ressaltam que o aumento da produtividade industrial está relacionado com a abertura da economia. AMADEO e VILLELA seguiram sua linha de pensamento destacando que no Brasil houve aumento da produtividade durante o período de 1990 à 1994, e CORREA e MOREIRA também chamam a atenção para esta questão da abertura da economia, ressaltam que com a abertura econômica há uma substituição de valor agregado nacional por insumos importados, o que não é captado pelo índices de produção física causando assim elevação artificial da produtividade.

CONSIDERA e VALADÃO se voltam para a questão do superdimensionamento dos dados do IBGE. Para eles, existem alguns problemas que foram chamados de erros⁶. Outra questão abordada pelos autores é a terceirização onde, o emprego e a produção são transferidos para outra unidade produtiva que não faz parte do painel de informantes da pesquisa, deixando-se assim de computar esse emprego. Para SABÓIA e CARVALHO, apenas a terceirização da produção pode afetar o índice do IBGE, concluem que a produtividade apresenta taxas elevadas, porém, estas taxas são irrealis pelo fato de não captarem a terceirização.

É a partir desses pontos de divergências que se inicia um valioso debate: o crescimento da produtividade.

O próximo capítulo direcionará para as questões metodológicas, sendo que, existem duas metodologias para se medir a produtividade - a da produtividade total dos fatores e a da produtividade parcial. Será feita uma análise dessas questões envolvidas no cálculo da produtividade do trabalho, obtida a partir dos dados mensais das pesquisas conjunturais do IBGE.

3 Questões Metodológicas

O capítulo anterior aponta alguns fatores que possivelmente contribuem para o cálculo do crescimento da produtividade e chama a atenção sobre os aspectos que podem estar afetando este cálculo. O capítulo em questão será desenvolvido com base na Teoria Neoclássica da Produção, com a intenção de tentar esclarecer algumas premissas teóricas e básicas para o estudo.

⁶ Ver página 11.

3.1 Teoria Neoclássica da Produção - A Produtividade

Quando se decide estudar uma pequena empresa, por exemplo, talvez a única suposição correta que se tem é de que, tentando maximizar seus lucros a curto prazo que essas pequenas empresas conseguirão sobreviver. Mas, existem problemas e pressões que acossam a pequena empresa em sua luta pela sobrevivência.

O primeiro problema diz respeito à quantidade de fatores a empregar e em que proporções deverão ser combinados. Existe sempre uma quantidade mínima do fator que deve ser utilizado quando se deseja uma certa produção.

Supõe-se que foi estabelecido o tamanho mínimo da empresa que tem-se como exemplo, sabe-se a quantidade de apenas um fator que se tem de empregar para fazer o negócio, supõe-se que o fator limitador seja a terra e decide-se então que precisa de x quantidade de terra para a pequena empresa. Define-se o tamanho da empresa, define-se a quantidade do fator terra que será utilizado, define-se o quanto que se deve gastar em terra e trabalho, e então parte para o que realmente interessa neste estudo: a produtividade.

Mesmo sabendo que não é fácil decidir entre empregar ou não um fator, ou mesmo na escolha de um fator ou outro, o centro de qualquer cálculo está em um fator extremamente importante: "é a produtividade física de diferentes fatores - sua capacidade de aumentar o produto - e mais do que isso, a produtividade física que resulta da combinação de diferentes quantidades de um fator com quantidades fixas dos outros." (HEILBRONER, 1973).

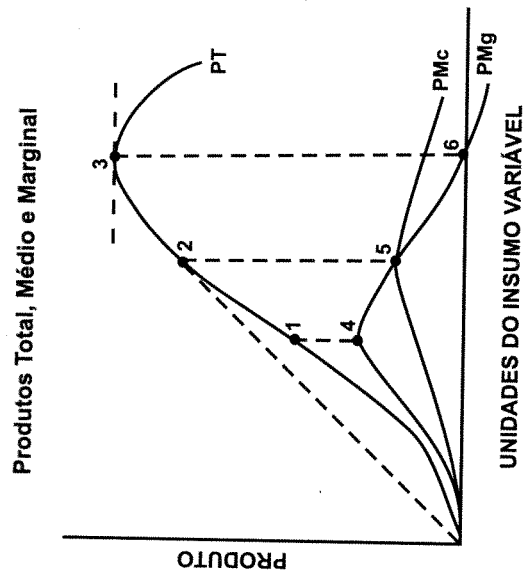
Para saber como será a curva de produtividade, suponhamos que um homem trabalhando da melhor maneira possível produza 1000 sacas de cereal⁷, por exemplo. Um segundo homem, ajudando o primeiro, será muito valioso, pois, poderiam se especializar e dividir o trabalho, sendo assim, cada um destes fazendo o trabalho a que está melhor capacitado poupando o tempo anteriormente perdido. Consequentemente, a produção poderá atingir 3000 sacas, então, a diferença será de 2000 sacas, pode-se falar em *produtividade marginal do trabalho*.

Porém, à um certo ponto a produtividade média deixa de crescer quando é acrescentado mais um trabalhador. Isto é, a produção média continua crescendo ao acrescentar-se novos trabalhadores, mas, em um cálculo rápido revela que um último

⁷ somente para finalidade de exemplo.

trabalhador acrescentou tão pouco à produtividade que a produção média por trabalhador chegou até a cair. Aconteceu que, ultrapassou-se o ponto de eficiência técnica máxima, não existem oportunidades para mais especializações e o pior, o trabalhador adicional torna-se tão ineficiente que decresce a produção média de toda a força de trabalho. Esta situação é chamada de estágio de rendimentos médios decrescentes. Isto quer dizer, “estamos recebendo cada vez menos à medida que acrescentamos o fator crítico - não apenas do trabalhador “marginal”, mas dos esforços médios de todos eles”. (HEILBRONER, 1973).

Estuda-se a seguir, as relações entre produtividade marginal e média e a produção total.



Fonte: Ferguson, 1969.

Graficamente, as três curvas mostram os três estágios de produção, porém, de maneiras diferentes.

Segundo HEILBRONER (1973),

“a curva superior nos mostra que quando acrescentamos trabalhadores, primeiramente o produto cresce muito rapidamente, depois lentamente e finalmente cai. A curva da produtividade marginal nos mostra porque isso acontece à produção total: à medida que acrescentamos trabalhadores, sua contribuição à produção varia acentuadamente,

primeiramente cada homem acrescentando tanto que o produto médio cresce e finalmente cada homem acrescentando tão pouco que chega até a baixar a média alcançada antes dele entrar na produção. E a curva média, como indicamos, simplesmente agrega a produção global de maneira aritmética, mostrando-nos qual a contribuição do trabalhador médio à mesma”.

Portanto, pode-se dizer que quando se acrescenta unidades sucessivas de um fator a quantidades fixas de outros, a produção média das unidades do fator variável cresce e posteriormente decresce. Isso é chamado de lei das proporções variáveis ou lei dos rendimentos decrescentes ou, segundo o autor, “simplesmente nos referimos à curva de produtividade física”.

Fica claro que, no exemplo dado acrescentou-se unidades do fator trabalho e manteve os outros constantes, isto é, não acrescentou-se terra ou capital. Se o tivesse feito, não haveria maneira de determinar o grau de responsabilidade de cada um dos fatores pela variação na produção.

Usa-se as relações entre o produto total, médio e marginal para definir os três estágios da produção, ilustrado anteriormente.

O estágio I corresponde aos rendimentos médios crescentes do insumo. Esses rendimentos médios do insumo variável estão associados aos rendimentos marginais negativos do insumo fixo. Como se pode observar, um produtor racional jamais operaria neste estágio de produção. “Se as condições do mercado impusessem um menor nível da produção total, esta seria produzida utilizando menor quantidade de unidade do insumo fixo”. (FERGUSON, 1987)

Também no estágio III, a produção jamais ocorreria da forma como é evidenciada no gráfico. Este estágio é definido, segundo FERGUSON (1987), como o “conjunto de valores de produto marginal negativo, ou de declínio no produto total”. Unidades adicionais de insumo variável durante este estágio de produção causam um declínio no produto total. Então, se as unidades do insumo variável fossem livres, um produtor racional não as empregaria além do ponto de produto marginal zero, pois, seu uso iria causar uma redução no produto total. Vale ressaltar que, este ponto de produto marginal zero para o insumo variável é chamado de limite do *intensivo*, e o ponto de máximo do produto médio do insumo variável é chamado de limite do *extensivo*. FERGUSON (1987), argumenta que se as condições de mercado exigissem uma expansão no produto, unidades adicionais do

insumo fixo deveriam ser usadas, deslocando-se assim o conjunto de curvas do produto para cima. E ainda neste estágio, o insumo variável é combinado com o insumo fixo em proporções não econômicas.

Eliminando-se os estágios I e III, a produção ocorre no estágio II, (região onde os valores se encontram respectivamente entre os limites do intensivo do insumo fixo e do insumo variável).

Se o produto deve ser produzido em quantidades não incluídas no estágio II de produção, então, deve-se alterar a quantidade do produto fixo, da seguinte forma: se deseja um produto menor, reduz-se o insumo fixo e, caso contrário se deseja um produto maior, aumenta-se o insumo fixo.

3.2 Metodologia do Cálculo da Produtividade

A metodologia usada na seção anterior baseia-se na teoria microeconômica onde, a premissa básica para o cálculo do crescimento da produtividade demonstra que é necessário fixar os outros fatores para que se possa medir o grau de responsabilidade de cada um. As próximas metodologias não adotam esta premissa, chegando-se então a resultados não semelhantes.

Conforme mencionado anteriormente, existem duas metodologias para se medir a produtividade: a da produtividade total dos fatores e a da produtividade parcial dos fatores.

O estudo de SABÓIA e CARVALHO (1997), utiliza a produtividade parcial, pois argumentam que esta exige menos informações estatísticas. BONELLI e FONSECA (1998) utilizam a produtividade total dos fatores, ressaltando que esta leva em conta não só o uso da mão-de-obra, mas também de matérias-primas e serviços de capital. A partir desse momento, será discutido essas duas metodologias, destacando suas considerações, aplicações e evolução.

3.2.1 Produtividade Total dos Fatores⁸ (PTF)

A PTF pode ser estimada a partir do Valor Agregado (VA), do Valor Bruto da Produção (VBP) ou de outra medida representativa da produção. Quando se usa VA são considerados dois fatores de produção - trabalho e capital, e quando se usa

VBP deve-se incluir pelo menos as matérias-primas como fator de produção. Porém, há enormes dificuldades empíricas em ambos os casos (VA ou VBP), principalmente, mas não exclusivamente, no que diz respeito à mensuração do capital. Destacam que uma das principais dificuldades tem a ver com a não-correção da qualidade do fator, especialmente em comparações de longo prazo. Por exemplo, um procedimento frequentemente adotado no que se refere aos insumos de mão-de-obra consiste em corrigir o indicador representativo dos insumos desse fator por um índice (geralmente sob forma exponencial), que reflita o aumento da escolaridade, usualmente aceita como *proxy* para melhoria no conhecimento e qualidade da força de trabalho. Então, correções como esta ou semelhantes podem ser feitas em relação ao capital, como incorporar informações sobre a idade média do estoque de capital, sobre a participação de máquinas e equipamentos, sobre conteúdo importado etc.

O cálculo da PTF envolve escolhas quanto à fórmula de cômputo. Essas são determinadas pela disponibilidade de dados, a primeira e mais importante escolha refere-se ao método básico para estimar a PTF. Mas, existem alternativas mais comumente utilizadas:

- “o método da função de produção, em cujo caso tem-se de escolher uma forma funcional para estimação”;
- “o método das razões de produtividade, que podem ser aditivas ou multiplicativas”; e
- “o método da contabilidade do crescimento, que também comporta pequenas nuances de cálculo”.

BONELLI e FONSECA (1998), escolheram a terceira, pelas facilidades computacionais. O método da contabilidade do crescimento, parte da identidade existente em cada ponto no tempo entre o valor do produto gerado e a soma dos valores dos pagamentos a fatores de produção. O que permite chegar a uma expressão para o cálculo da PTF em taxas de crescimento para as variáveis relevantes, onde a taxa de variação da produtividade total (ptf) é obtida residualmente:

$$ptf = y - aL - bK$$

mais especificamente

Cálculo da Produtividade com base na Teoria Neoclássica da Produção

⁸ Esta parte se baseia quase que exclusivamente, no trabalho de Bonelli e Fonseca (1998).

$$pif = y - aL(1 - a)K$$

adotando a hipótese de retornos constantes

onde:

y é a taxa de variação do produto real.

L e K são respectivamente as taxas de variação dos estoques de mão-de-obra e capital em uso (utilizados/empregados).

Ressaltando “que essas últimas são variáveis de difícil e duvidosa obtenção para a economia como um todo, principalmente para períodos longos” (BONELLI e FONSECA, 1998).

A alternativa encontrada foi trabalhar com os estoques totais de capital e mão-de-obra, isto é, População Economicamente Ativa (PEA), e não com os de uso real, porém, é necessário dispor de alternativas de variação do PIB potencial.

Para os autores, “as taxas de variação do produto potencial são necessárias ao exercício de contabilidade do crescimento”, devido a isso, usou-se uma metodologia, onde foram feitas estimativas de Taxas de Variação do Estoque e do Produto Potencial Agregado.

3.2.1.1 Metodologia do Cálculo da Variação do Produto Potencial

Para estimar variações no produto potencial agregado, base para as estimativas de produtividade total dos fatores para a economia (agregada), parte-se da hipótese de comportamento e identidades clássicas da Teoria do Investimento. O objetivo é procurar formas de estimação que aperfeiçoem e/ou atualizem as estimativas de estoque existentes e, se possível, usando mais intensamente os dados oficiais das Contas Nacionais referentes a investimento bruto e produto real agregados.

$$K_t = \sum_{\tau=0}^T (K_t - K_{t-\tau}) \quad (1)$$

como uma variável estoque ou

$$K_t = \sum_{\tau=0}^T (1 - \delta_t)^\tau - I_{t-\tau} \quad (2)$$

como variável fluxo

onde:

δ = taxa de depreciação
 K_t = estoque de capital
 I_t = investimento bruto

que é derivada de:

$$K_t = (1 - \delta_t)K_{t-1} + I_t \quad (3)$$

sendo assim, o investimento líquido é definido tirando do investimento bruto a parcela referente a depreciação/reposição:

$$IL_t = I_t - \delta K_{t-1} \quad (4)$$

IL pode também ser escrito como a diferença entre o estoque de capital desejado, K^* , e o efetivo, K, multiplicado por um coeficiente de ajustamento $0 < \lambda_t < 1$.

Assim,

$$IL_t = \lambda_t (K_t^* - K_{t-1}) \quad (5)$$

Substituindo (5) em (4) tem-se:

$$\lambda_t (K_t^* - K_{t-1}) = I_t - \delta K_{t-1}$$

Assim,

$$I_t = \lambda_t (K_t^* - K_{t-1}) + \delta K_{t-1} \quad (6 a)$$

ou

$$I_t = \lambda_t K_t^* + (\delta_t - \lambda_t) K_{t-1} \quad (6 b)$$

esta equação relaciona o I_t ao estoque de capital, levando em consideração o estoque desejado. Admitindo que o estoque desejado é proporcional ao nível do produto e substituindo em (6b) tem-se:

$$I_t = \lambda_t \mu Y_t + (\delta - \lambda) K_{t-1} \quad (7)$$

onde:

δ e λ são constantes no tempo.

Desta forma, a equação (7) pode ser estimado econometricamente. O problema é que os parâmetros da regressão não pode ser usada para estimar os coeficientes μ , λ e δ . Sendo assim, precisa-se usar a transformação de Koyck⁹, que fica:

$$I_t = \lambda \mu Y_t - (1 - \delta) \lambda \mu Y_{t-1} + (1 - \lambda) I_{t-1} \quad (8)$$

Agora é possível estimar o produto potencial a partir do Modelo de Harrod-Doomar e os resultados obtidos anteriormente:

$$Y^* = \frac{1}{\mu} \dot{K}_t \quad (9)$$

onde:

Y^* = produto potencial

μ^* = capital/produto

manipulando as equações anteriores terá:

$$K_t = \mu \lambda \sum_{\tau=0}^t (1 - \lambda)^\tau Y_{t-\tau} \quad (10)$$

Substituindo (10) em (9) se tem uma forma de estimar Y^* .

⁹ Para uma explicação do modelo de Koyck veja Koyck (1954). Para uma análise completa veja Nerlove (1958). Para o desenvolvimento da metodologia veja Maddala (1992).

Retomando o raciocínio do método da contabilidade do crescimento de BONELLI e FONSECA (1998), com base nos resultados obtidos com o uso deste modelo e suas hipóteses, ressaltam que nos últimos anos a economia ingressou em uma nova fase de ganhos de eficiência e produtividade, e, além disso, fica claro que a produtividade do trabalho foi a principal responsável pelo aumento da PTF no período como um todo.

Resultados estes que contrastam com os de outros autores, como por exemplo, o de ABREU e VERNER (1997), trabalhando com o PIB real e estoques agregados de capital e PEA para período de 1930/94, constataram que a PTF teve desempenho pouco expressivo no crescimento brasileiro de longo prazo.

HOFMAN e MULDER (1997) chegaram a resultados ainda menos favoráveis, "as taxas de crescimento da PTF agregada são negativas, em média, para os períodos 1980/89 e 1989/94". Em ambos os casos, as diferenças de mensuração das variáveis podem explicar parte das diferenças, mas vale lembrar, não a totalidade.

3.2.1.2 Evolução da Produtividade da Mão-de-obra

Estudos confirmam que a produtividade da mão-de-obra industrial brasileira elevou-se muito rapidamente entre 1970 e 1973, quando a taxa média de crescimento foi cerca de 5,6% aa, mercado também por um subperíodo de crescimento rápido do nível de emprego.

Porém, entre 1973 e 1980, pôde-se observar taxas mais modestas de crescimento, neste período "a taxa média de crescimento da produtividade reduz-se para 1% apenas" (BONELLI e FONSECA, 1998), enquanto que a média da década de 70 foi de 2,4% aa.

A década de oitenta ficou marcada pela recessão do nível de atividade econômica. Apresentaram taxas negativas de crescimento da produtividade, principalmente nos piores anos da recessão (1981 e 1983). Segundo os autores,

"devido a isso, a média do quinquênio, 1981/85, alcançou apenas 0,34% aa. Já no quinquênio, 1986/89, a produção cresceu em termos acumulados, 11,65%, enquanto o emprego crescia 10,50%, ou seja, o ganho acumulado de produtividade ficou em apenas 1,1%; isto é, de 1986 a 1989 a produtividade aumentou em média 0,26% aa".

As taxas de aumento da produtividade decresceram de modo contínuo ao longo do tempo, desde o início dos anos setenta até o final dos anos oitenta.

É com base nesta contraposição que foi feita a análise do desempenho da produtividade da mão-de-obra, especialmente a partir de 1990. Mas, o que acontece nesta década representa uma ruptura, a abertura comercial permitiu ou estimulou a substituição de matérias-primas e componentes nacionais por importados, causando uma revolução técnico-organizacional.

Para os autores, “as estimativas para 1997, a partir de resultados parciais até setembro, apontam para taxas de crescimento da produtividade por pessoa ocupada na produção da ordem de 10% em relação a 1996”.

Existem dificuldades no que diz respeito a avaliação da produtividade da mão-de-obra, a primeira destacada pelos autores tem a ver com o fato de que as séries de produtividade são estimadas pelo quociente entre uma série de produção física da PIM-PF e uma série de insumos de trabalho da PIM-DG, ambas do IBGE, mas a partir de amostras diferentes e com características distintas. Trata-se também de um outro aspecto para dimensionar os reais ganhos da produtividade - a terceirização - visto que, desloca os ganhos com pessoal, porém, não daremos tanta ênfase à esta questão pelo fato de já estar contido no capítulo 2.

3.2.1.3 Emprego e Produtividade

A análise da relação entre variação do emprego e variação da produtividade industrial no período pós-recessão 1990/92, permite concluir que não há associação muito estreita entre as séries respectivas, é o que ressaltam BONELLI e FONSECA (1998).

Foram estudados vários setores nos períodos de 1992/96, e chegaram às seguintes conclusões: no que diz respeito à variação do emprego: os setores mobiliário e produtos de perfumaria aumentaram o nível de emprego entre os anos extremos; os setores como o extrativo mineral, vestuário e calçados, fumo, têxtil, minerais não-metálicos e borracha, apresentaram taxas de decréscimo da mão-de-obra empregada. Taxas muito inferiores à média caracterizam setores como metalurgia, material elétrico e de comunicações, material de transporte, couros e peles, produtos farmacêuticos, plásticos e bebidas.

No que diz respeito à variação da produtividade, os ganhos foram expressivos nos setores de extrativo mineral e material elétrico e de comunicações. Desempenho

pouco inferior nos setores de minerais não-metálicos, mecânico, material de transporte e bebidas.

É com a finalidade de testar se existe a associação estatística entre as séries citadas, os autores estimaram uma equação de regressão, optando pelo período de 1993/96, isolando assim os efeitos da recessão 1990/92 sobre o nível de emprego. Concluem que o único setor em que diminuiu tanto o nível de emprego quanto a produtividade no período considerado foi o de couros e peles. Dois setores em que aumentou o nível de emprego e também de produtividade foram produtos de perfumaria e mobiliário. Nos demais houve ganhos de produtividade e redução do nível de emprego entre 1992 e 1996.

BONELLI e FONSECA (1998), esclarecem “que não são as variações de produtividade (ou de capital por trabalhador) _ estariam contribuindo para a redução do volume de emprego industrial. As candidatas naturais seriam as mudanças organizacionais e tecnológicas”.

Inicia-se a outra metodologia utilizada para se medir a produtividade - a produtividade parcial, utilizada por SABÓIA e CARVALHO (1997).

3.2.2 Produtividade Parcial ¹⁰

Esta se refere a um fator produtivo ou insumo, e, além disso, é a mais utilizada por exigir menos informações estatísticas. Utiliza-se a produtividade do trabalho, que é a “relação entre o valor agregado e o número e o número de horas trabalhadas ou de pessoas ocupadas” (SABÓIA e CARVALHO, 1997).

Os dados para os cálculos da produtividade do trabalho foram extraídos das pesquisas mensais conjunturais do IBGE - PIM e PIA ¹¹.

Para SABÓIA e CARVALHO (1997), “o indicador da PIM é calculado dividindo-se o índice de produção física pelo de pessoal ocupado ou de horas pagas na produção”. Esta pesquisa tem como base de ponderação o Censo Econômico de 1985, porém, o grande problema é a defasagem deste censo e também o fato da economia brasileira ter mudado muito neste período. A PIM - DG está mais desatualizada, tendo sua base de ponderação o Censo Industrial de 1980. Trata-se

¹⁰ Esta parte se baseia quase que exclusivamente, no trabalho de Sabóia e Carvalho (1997).

¹¹ PIM e PIA, são dados utilizados geralmente para este tipo de cálculo. Existe porém, alguns problemas sérios com estas variáveis, para uma análise detalhada veja Sabóia e Carvalho (1997).

de uma pesquisa por amostra probabilística, contudo, não é possível incorporar novos informantes, pois, não se saberia como dar peso a esses novos estabelecimentos.

O maior problema do cálculo da produtividade parcial, levando em conta as horas trabalhadas, horas pagas e pessoal ocupado, é o fato de que o índice do IBGE não investiga horas trabalhadas, e sim uma *proxy*, que são as horas pagas. Mas, existe uma grande diferença entre estas duas variáveis que é a existência de horas pagas que não são trabalhadas, como por exemplo, férias e licença-maternidade. As horas pagas e o pessoal ocupado são tratados como homogêneos. Mudanças qualitativas como, por exemplo, maior educação ou treinamento, não são refletidas nos índices.

A partir de 1985, o IBGE levanta a variável horas pagas, e a única variável disponível até este ano é a produtividade por trabalhador, e mesmo assim “não é tão precisa quanto a produtividade por hora, pois não incorpora a variação da jornada de trabalho”. (SABÓIA e CARVALHO, 1997). Isso quer dizer que, a produção por trabalhador pode aumentar simplesmente porque estão trabalhando mais tempo, mas sem significar uma produção por hora maior.

Diante destas duas metodologias desenvolvidas, pode-se antecipar a conclusão de que não se tenha chegado a resultados definitivos, porém, insiste-se neste assunto, tentando esclarecer sobre a natureza do aumento da produtividade, na próxima seção.

3.2.3 Análise Geral da Produtividade

Com base na Teoria Neoclássica da Produtividade^{1,2}, pode-se destacar uma premissa considerada primordial para o nosso estudo. Esta diz que se não fixar os outros fatores não será possível determinar o grau de responsabilidade de cada um dos fatores pela variação na produção, em outras palavras, diz que terá que se fixar os outros fatores para que se possa determinar o grau de cada fator.

Primeiramente, raciocinando pelo lado da Produtividade Total dos Fatores, não foi possível determinar este grau devido ao fato de que não se fixou nenhum dos fatores. Melhor se entende através da expressão³:

$$PTF = Y - aL - bK$$

^{1,2} ver seção 3.1.

³ expressão da PTF, seção 3.2.1.

então, para se medir a produtividade total dos fatores, como propuseram BONELLI e FONSECA (1998), o correto seria fixar o fator mão-de-obra ou o fator capital, determinando-se assim a variação do produto real. Porém, nos estudos já analisados neste trabalho, isto não ocorreu.

O mesmo pôde ser observado para o cálculo da Produtividade Parcial. Levando-se em consideração a premissa inicial e considerando as variáveis horas pagas; horas trabalhadas e pessoal ocupado, estudadas por SABÓIA e CARVALHO (1997). Os autores também não levaram em conta a premissa, não fixando nenhum fator e não obtendo resultados satisfatórios quanto ao aumento da produtividade.

Não foi dado a devida importância à premissa com isso, nenhum resultado pôde ser considerado tão satisfatório. Os autores estudados mostraram através de seus estudos que suas conclusões chegaram à um ponto comum, de que todos os dados estão distorcidos, os estudos seguiram caminhos diferentes, e assim sendo, o cálculo do aumento da produtividade ficou em aberto.

No capítulo a seguir, será desenvolvido uma nova metodologia com a pretensão de se aproximar ao máximo de um resultado definitivo, sobre o aumento da produtividade.

4 Revisão da Teoria Neoclássica

Para o cálculo da produtividade, não se pode abandonar a Teoria Neoclássica da Produção. O gráfico aqui estudado será o mesmo apresentado no capítulo 3, porém, aqui será dada uma maior explicação juntamente com as contribuições das metodologias estudadas também naquele capítulo.

As três curvas do gráfico mostram a produção, mas, de maneiras diferenciadas e dividindo-se em três importantes estágios.

De imediato pode-se ressaltar que todas as metodologias estudadas no capítulo anterior - parcial e total - tem como hipótese que as empresas estejam produzindo no seu ponto mais eficiente. O que se sabe é que esta é uma afirmação muito forte de se fazer, mesmo porque os autores não deixaram explícito.

A hipótese aqui trabalhada é a de que a empresa não precisará operar no seu ponto de maior eficiência, mas sim, que ela opere no estágio II que é o estágio mais importante.

O estágio I se caracteriza por produção crescente, significando dizer que este é um período onde as empresas estão expandindo sua produção e investimentos. Neste estágio, não existe tanto problema, pois, a PME e a PMg não apresentam grande diferença entre si. Seria de grande proveito para este estudo, que as empresas operassem neste estágio, mas isto não acontece sendo este período destinado à expansão.

Considerando alguns pontos mais importantes da Teoria da Produção com relação ao estágio II, pode-se afirmar que este é o estágio mais relevante para a produção, podendo-se antecipar que não há produção nos outros dois.

Um empresário que deseja atingir a maior eficiência possível, procurará produzir no ponto entre o estágio II onde a localização deste ponto dependerá dos preços relativos. A principal preocupação do empresário é produzir dentro da faixa de produção relevante, pois, é a região situada onde as curvas são ascendentes, aquela em que ambas as produtividades são positivas.

Note-se que neste estágio de produção, as produtividades média e marginal são positivas e chegando a serem decrescentes, mas não negativas e a produtividade total continua a aumentar.

E finalmente, o estágio III não é importante porque se caracteriza por PME decrescente e PMg não só decrescente mas negativa. Assim, tanto a eficiência do fator variável quanto a do fator fixo está diminuindo.

4.1 Uma análise empírica do problema do cálculo da produtividade

A equação utilizada para o cálculo da produtividade é uma função homogênea linear que dará origem às curvas da figura 1.

4.1.1 Derivação matemática

A função é,

$$q = a \left[\frac{bx^3y^2 + cx^2y^3}{ex^4 + gy^4} \right] \quad (1)$$

onde:

a, b, c, e g são parâmetros positivos;
x é a mão-de-obra;
y o capital.

A derivada da equação é:

$$\frac{\partial q}{\partial x} = a \left[\frac{(3by^2x^2 + 2cy^3)(ex^4 + gy^4) - (bx^3y^2 + cx^2y^3)(4ex^3)}{(ex^4 + gy^4)^2} \right] \quad (2)$$

A função (1), será utilizada para o cálculo da produção e para o cálculo da produção média, enquanto que a função derivada será utilizada para calcular a produção marginal. Estes cálculos são de extrema importância pelo fato de que a partir dos resultados obtidos pode-se estudar as curvas.

4.1.2 Exemplo numérico

Usando a equação (1) e a equação (2), ressaltando que neste primeiro exemplo adota-se a premissa de que o fator capital é uma variável fixa.

A tabela 1, mostra a produção (q); mão-de-obra (x); produção média (PMe); produção marginal (PMg) e produção marginal estimada (PMgest). Sendo que, o cálculo da produção é feito através da função (1), e para se calcular a produção média divide-se a produção pela mão-de-obra (q/x).

Utilizando a equação (2) tem-se o cálculo a produção marginal, e o cálculo da produção marginal estimada é feito através da produção final subtraída da produção inicial e dividida pela mão-de-obra final subtraída da mão-de-obra inicial,

$$\left(\frac{q_1 - q_0}{x_1 - x_0} \right).$$

TABELA 1

Função de produção, Mão-de-obra, Produção média, Produção marginal e Produção estimada.

q	x	Prod. Média	Prod. Mg	Pmg Est
1,0500	0,0500	21,0000	43,0000	
4,4000	0,1000	43,9999	91,9995	66,9998266
19,1994	0,2000	95,9969	207,9811	147,993944
46,7924	0,3000	155,9747	347,8426	275,93034
89,5541	0,4000	223,8854	511,2797	427,617286
149,8127	0,5000	299,6255	697,6298	602,585858
229,8043	0,6000	383,0072	905,6815	799,91613
331,6076	0,7000	473,7252	1133,4578	1018,03273
457,0558	0,8000	571,3197	1377,9905	1254,48179
607,6267	0,9000	675,1408	1635,1073	1505,70923
784,3137	1,0000	784,3137	1899,2695	1766,87003
987,4845	1,1000	897,7132	2163,5010	2031,70754
1216,7394	1,2000	1013,9495	2419,4582	2292,54905
1470,7858	1,3000	1131,3737	2657,6825	2540,46391
1747,3478	1,4000	1248,1056	2868,0632	2765,62001
2043,1328	1,5000	1362,0885	3040,5032	2957,85028
2353,8731	1,6000	1471,1707	3165,7426	3107,40336
2674,4539	1,7000	1573,2082	3236,2440	3205,80736

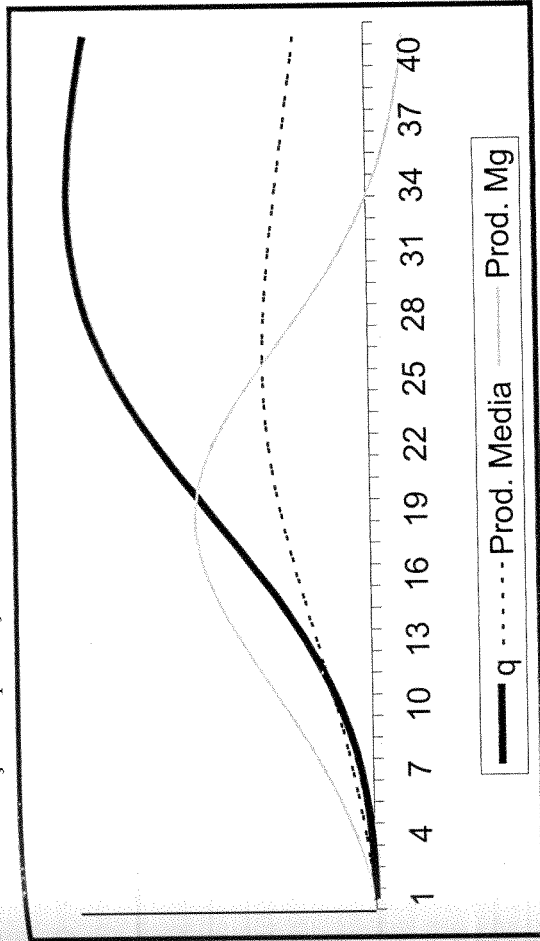
Atribuindo valores para o fator mão-de-obra e para os parâmetros, obtêm-se os valores da produção, produção média e produção marginal.

Graficamente, constata-se que a curva de produção cresce proporcionalmente até um determinado ponto e posteriormente decresce. O mesmo pode ser observado para as curvas de produção média e marginal, e pode-se observar com clareza os três estágios. O estágio I ocorre até o momento em que as curvas de produção média e produção marginal se cruzam; o estágio II se situa onde a curva de produção marginal atinge seu ponto de valor zero e onde a curva de produção atinge seu

ponto de maior eficiência produtiva e, finalmente o estágio III ocorre após este ponto de maior eficiência.

GRÁFICO 1

Função de produção, Produção média e Produção marginal.



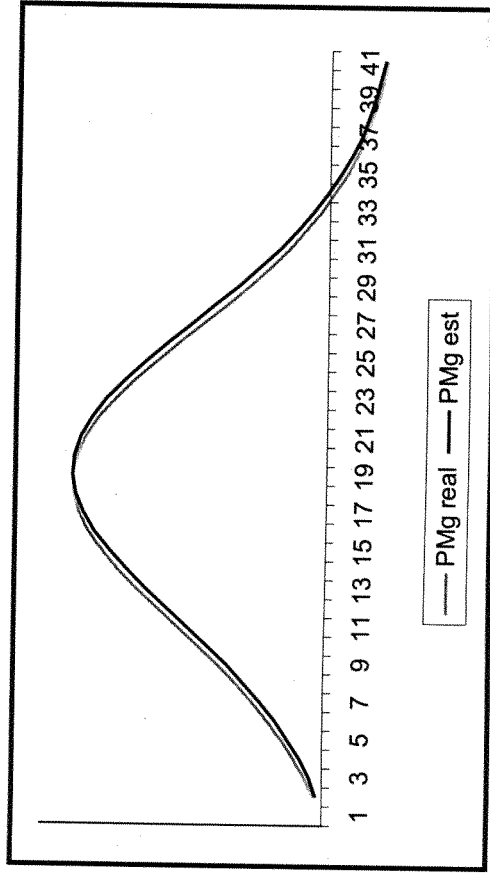
Com a tabela 2, calcula-se a produção marginal estimada, chama-se a produção marginal de produção marginal real somente para efeito de melhor entendimento e faz-se também o cálculo do resíduo que é a diferença das duas produções: real e estimada. Verifica-se no gráfico a seguir que existe uma diferença mínima entre ambas as curvas, porém chama-se a atenção o fato de que antes do ponto de maior eficiência a curva de produção marginal real se encontra acima da curva de produção marginal estimada e, após este ponto as curvas invertem suas posições. Para se fazer um estudo mais detalhado necessita-se que se faça a análise da expansão em série de Taylor¹⁴, mas isso vai além do escopo deste estudo.

¹⁴ Teorema de Taylor. Dado uma função arbitrária $\varphi(x)$ nós conhecemos o valor da função no ponto $x = x_0$, isto é, $\varphi(x_0)$ os valores das suas derivadas no ponto x_0 , isto é, $\varphi'(x_0)$, $\varphi''(x_0)$, etc. Então, a função pode ser expandida em torno do ponto x_0 . Como se segue (n é igual à um número inteiro positivo e arbitrário fixo): $\varphi(x) = \left[\frac{\varphi(x_0)}{0!} + \frac{\varphi'(x_0)}{1!}(x-x_0) + \frac{\varphi''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \dots + \frac{\varphi^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n \right] + R_n$, onde R_n representa o resto. Para maior detalhe veja Chiang, pg 256-257.

TABELA 2
Produção marginal real, Produção marginal estimada e Resíduo.

PMg real	PMg est	Resíduo
92,00	67,00	25,00
207,98	147,99	59,99
347,84	275,93	71,91
511,28	427,62	83,66
697,63	602,59	95,04
905,68	799,92	105,77
1.133,46	1.018,03	115,43
1.377,99	1.254,48	123,51
1.635,11	1.505,71	129,40
1.899,27	1.766,87	132,40
2.163,50	2.031,71	131,79
2.419,46	2.292,55	126,91
2.657,68	2.540,46	117,22
2.868,06	2.765,62	102,44
3.040,50	2.957,85	82,65
3.165,74	3.107,40	58,34
3.236,24	3.205,81	30,44

GRÁFICO 2
Produção marginal real e Produção marginal estimada



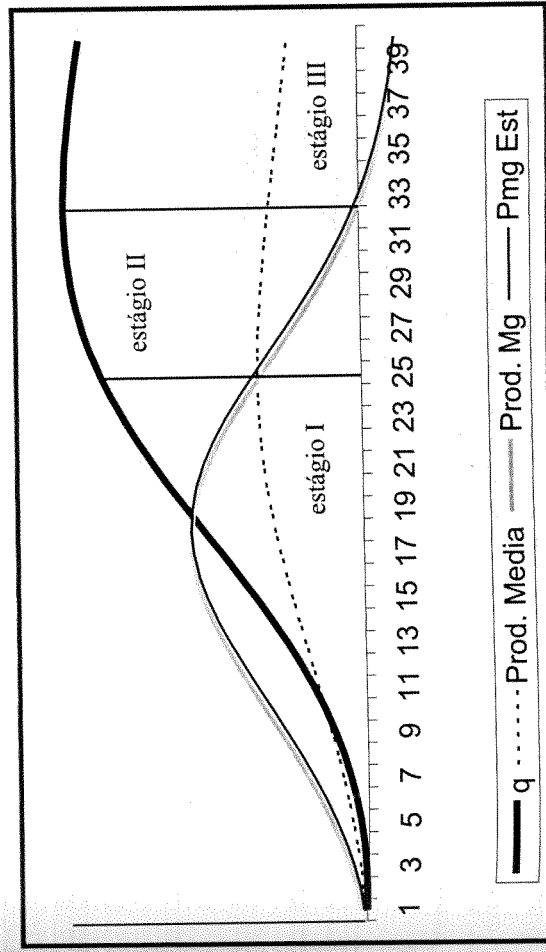
Finalmente tem-se o gráfico 3, sendo este o que realmente nos interessa após este detalhamento. É o gráfico da produção total, média, marginal e estimada. Verifica-se que as curvas da produção marginal e produção marginal estimada caminham juntas. Os estágios podem ser destacados, o estágio I que é o da expansão da produção vai até o ponto onde a produção média e marginal se cruzam.

O estágio II que realmente interessa para o estudo, é destacado pelo fato de ser o período de maior eficiência da produção, vai até o ponto onde a produção marginal atinge seu ponto zero. E o estágio III, apresenta as curvas em posições decrescentes.

Vale lembrar que até o momento trabalhou-se com a hipótese do fator capital mantendo-se fixo.

GRÁFICO 3

Função de Produção, Produção média,
Produção marginal e Produção marginal estimada.



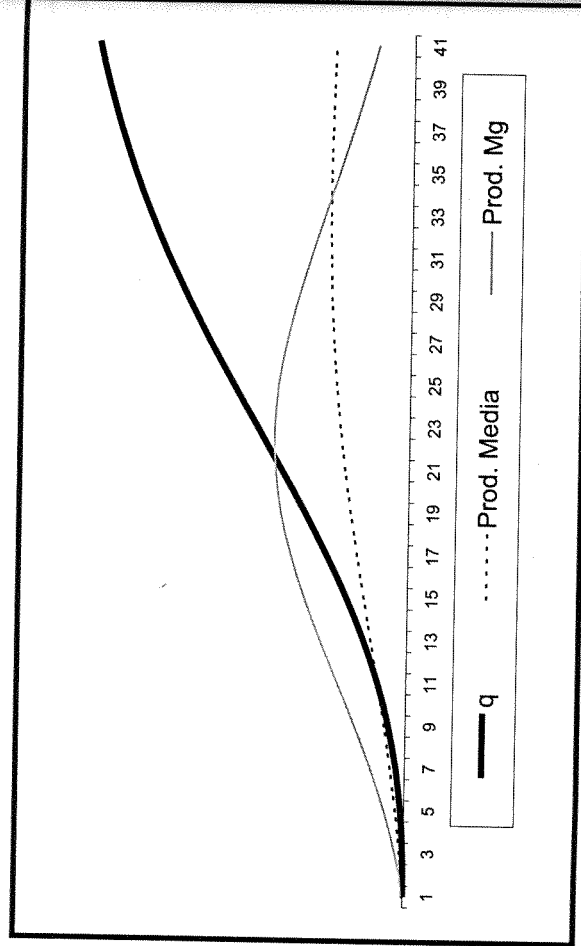
Parte-se agora para o outro exemplo numérico, onde será abandonado a hipótese do fator capital fixo e este passa a sofrer variações. Verificou-se que este fator é de grande relevância, mesmo porque para se medir a produtividade é necessário a variação do capital, que se dá pelo fato de se ter crescimento econômico.

Nos estudos de SABÓIA e CARVALHO (1997) e BONELLI e FONSECA (1998), algumas premissas básicas como por exemplo, a fixação dos outros fatores para que se possa medir o grau de responsabilidade de cada um, não foram bem utilizadas, também foi constatado que os estudiosos não variaram o fator capital, este se manteve fixo durante todo o período.

Variando o capital numa proporção de dez por cento (10%), pode-se verificar que o gráfico 4 apresenta as mesmas características do gráfico 1, onde o capital era fixo. Isto acontece pelo fato dessa variação ser tão mínima que talvez não se perceba que houve realmente uma variação.

GRÁFICO 4

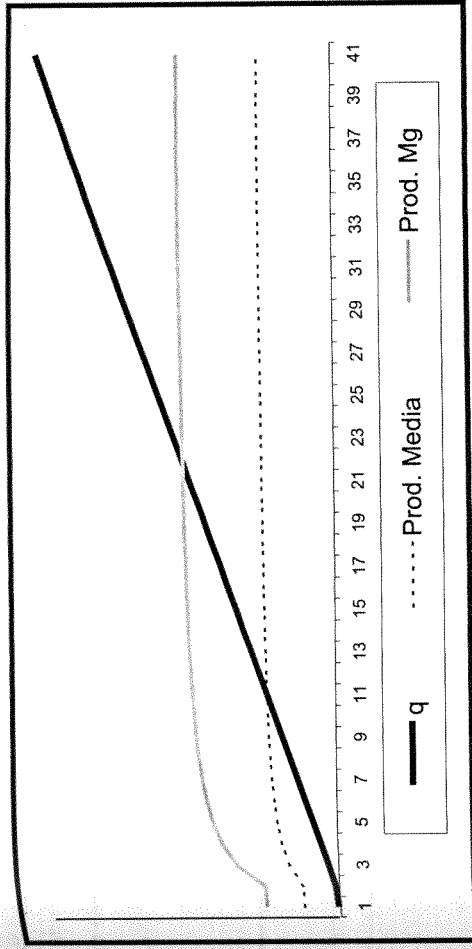
Função de produção, Produção marginal e Produção média.



Variando bruscamente este capital numa proporção de cem por cento (100%), houve variações em todas as curvas. A curva de produção cresce de forma aritmética enquanto que a curva de produção média e marginal adotam uma posição paralela, isto acontece devido ao fato desta variação do capital ter sido de forma muito acelerada de um período para o outro. Economicamente é viável pois, aumenta-se a produtividade mantendo-se constantes a PMe e a PMg. O que pode ser visto no gráfico 5.

GRÁFICO 5

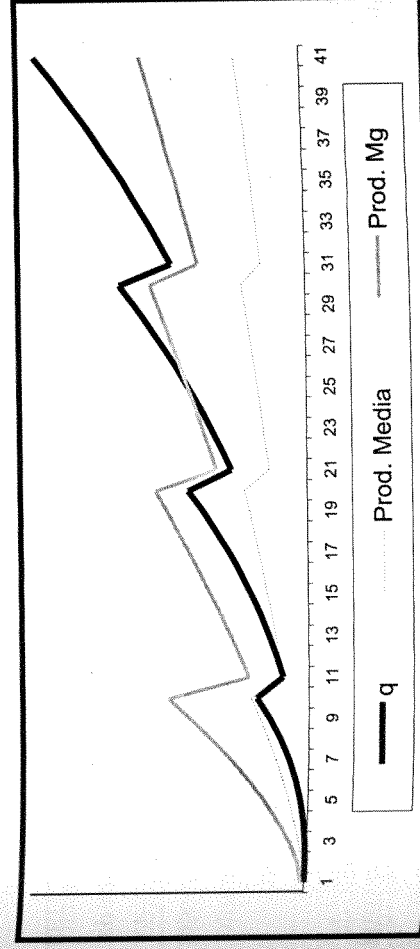
Função de produção, Produção média e Produção marginal



Finalmente o gráfico 6 mostra que, variando o capital em um espaço de tempo maior (de dez em dez anos, por exemplo) as curvas de produção, produção média e marginal apresentam um crescimento, num segundo momento apresentam uma grande oscilação negativa e posteriormente voltam a apresentar outro crescimento mas não na mesma intensidade do crescimento anterior. Talvez isto aconteça pelo fato de que a produção mantém constante durante o período em que não houve investimentos, e quando isto acontece a produção adquire incentivo, aumentando a produtividade.

GRÁFICO 6

Função de produção, Produção média e Produção marginal



Mudanças na conjuntura econômica fazem com que existam maiores investimentos e consequentemente crescimento econômico. Em termos empresariais, para o cálculo da produtividade o essencial seria trabalhar com a variação do fator capital. A medida que há um aumento do capital as empresas estarão expandindo e consequentemente crescendo economicamente, o que pôde ser visto no gráfico acima.

5 Conclusão

Evidências indicam que no ano de 1991 se retoma a evolução da produtividade industrial. O crescimento da produtividade tem sido constante na indústria brasileira durante a década de setenta. Interrompendo-se no período de 1985 - 90, sendo este, um período de estabilidade.

Vários fatores contribuíram para a evolução da produtividade. Diante da abertura comercial, várias empresas se viram na obrigação de se reestruturarem e se modernizarem para enfrentar um mercado mais competitivo, e como consequência, verificou-se que os setores que mais cresceram sua produtividade tenderam a apresentar resultados mais favoráveis em termos de exportações.

Levando em consideração que ainda existe muito espaço na indústria brasileira para o aprofundamento da utilização dos diversos métodos e técnicas de gestão de produção, é possível que ainda exista bastante fôlego para o aumento da produtividade nesta década.

O tema "Produtividade" ganha espaço, embora pode-se dizer que até o momento não se tenha conseguido chegar a um resultado definitivo quanto ao cálculo da produtividade industrial brasileira. Ainda resta muito a esclarecer mas, de acordo com os resultados apresentados pode-se adiantar que houve um significativo avanço no que diz respeito à este cálculo. A variação do fator capital contribuiu muito para este avanço, visto que, os estudiosos não se voltaram para esta questão.

A principal conclusão deste trabalho, talvez seja uma maior confiança no fato de que existe realmente uma maneira de se aproximar ao máximo do cálculo da produtividade, levando-se em consideração a variação do fator capital.

6 Referência Bibliográfica

- ABREU, M. VERNER, D. *Long term Brazilian economic growth 1930-94*. Paris: OECD. Development Center, 1997.
- AMADEO, Edward J, VILLELA, André. Crescimento da produtividade e geração de empregos na indústria brasileira. *Revista do BNDES*, n 1, junho 1994.
- BILAS, Richard A. *Teoria microeconômica: uma análise gráfica*. Trad. de Paulo Neuhaus e Hélio oliveira Portocarrero de Castro. Rio de Janeiro: Forense - Universitária, 6. ed. 1997.
- BONELLI, Régis, FONSECA, Renato. *Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira*. IPEA, abril de 1998. (Texto para discussão, n 557) 43 p.
- CALABI, Andréa Sandro, LUQUE, Carlos Antonio. *Os ciclos de expansão e seus impactos*. São Paulo: Nobel, Ministério do Trabalho, 1985.99p.
- CHIANG, A. C. *Fundamental methods of mathematical economics*. McGraw-Hill; 3.ed. 1984.
- CONSIDERA, Cláudio, VALADÃO, Lucília. Produtividade e emprego: questões econômicas e estatísticas. *Boletim Conjuntural*, IPEA, n 31, out 1995. P 35-37.
- CORREA, Paulo Guilherme, MOREIRA, Maurício Mesquita. *Abertura comercial e indústria: o que se pode esperar e o que vem obtendo*. BNDES / AP / DEPEC, 1996. (Texto para discussão, n 49) 56 p.
- FEIJÓ, Carmen A, CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de. produtividade na indústria brasileira: evidências recentes. *Revista Indicadores de Qualidade e de produtividade*. IPEA, v 1, n 1, fev 1993. P35-46.
- FERGUSON, C. E. *Microeconomia*. Trad. de Almir Guilherme Barbassa e Antonio Pessoa Brandão. Rio de Janeiro: Forense - Universitária, 1987.
- _____. *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*. Cambridge, Cambridge University Press, 1969.
- HEILBRONER, Robert L. *Introdução à microeconomia*. Trad. de Sérgio Goes de Paula. Rio de Janeiro: Zahar; 3. ed.. 1973. p 96-116.

- HOFMAN, A. MULDER, N. *The comparative productivity performance of Brazil and Mexico - 1950/95*. 1997, mimeo.
- KOYCKC, L.M. *Distributed lags and investment analysis*. Amsterdam: North-Holland, 1954.
- MADDALA, G.S. *Introduction to econometrics*. Prentice Hall; 2. Ed. 1992.
- NERLOVE, M. *Distributed lags and demand analysis*. U.S.D.A. Handbook 141. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1958.
- REGO, João Mendonça da Costa. Terceirização da indústria. *Conjuntura Econômica*, FGV, fev 1994, p37-38.
- SABÓIA, João, CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de. *Produtividade na indústria brasileira* - questões metodológicas e análise empírica, IPEA, agosto 1997. (texto para discussão, n 504) 60 p.