

ESTOQUE DE CAPITAL FIXO NO BRASIL
1950-2001

LUCILENE MORANDI
EUSTÁQUIO J. REIS

2003

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. O método do estoque perpétuo.....	4
3. Dados.....	6
3.1. Investimento e deflatores	6
3.2 – Vida útil, função de mortalidade, depreciação e consumo de capital	12
3.3 – Formação bruta de capital fixo, 1901-2000	13
4 – Resultados	16
5 – Conclusão.....	29
Gráfico 1: Índice de preços relativos dos bens de capital, 1901-2001	10
Gráfico 2: Investimento bruto, 1901-2001 (R\$ milhões de 1999)	13
Gráfico 3: Taxa de investimento bruto, a preços corrente e constante, 1947-2001	16
Gráfico 4: Estoque líquido de capital fixo / PIB, 1950-2001	16
Gráfico 5: Idade média do estoque de capital fixo, 1950-2000	22
Gráfico 6: Investimento bruto / estoque líquido de capital, 1950-2000 (%).....	23
Gráfico 7: Taxa de depreciação, 1950-2001	24
Gráfico 8: Relação capital-produto: Brasil, 1950-2001	26
Gráfico 9: Relação capital-produto, vários países da América Latina, 1950-1994.....	28
Gráfico 10: Relação capital-produto: diversos países, 1970-1990.....	29
Tabela 1: Taxa média de crescimento: PIB e investimento bruto, 1901-2001 (%)	15
Tabela 2: Estoque de capital líquido: setor privado e governo, 1950-2001	17
Tabela 3: Taxa média de crescimento do número de residências, 1900-2000.....	19
Tabela 4: Participação dos itens no estoque líquido total, 1950-2001 (%)	20
Tabela 5: Relação capital-produto diversos países, 1950-2000	27

1. Introdução

O estoque de capital fixo do Brasil foi estimado pelo método do estoque perpétuo aplicado aos dados de formação bruta de capital fixo das Contas Nacionais do Brasil para o período 1947-2001 e estimativas históricas disponíveis para o período 1900-1947¹. O estoque foi estimado desagregado segundo o setor produtor dos bens de capital (construção e máquinas e equipamentos) e o setor institucional responsável pelo investimento (governo e setor privado), conforme classificação dos dados de investimento publicados nas Contas Nacionais. O estoque em máquinas e equipamentos engloba também o investimento no item outros. O estoque em construções residenciais foi estimado utilizando-se um modelo de preço hedônico. As estimativas são de Reiff (2003).

No estoque de capital fixo estão considerados os ativos fixos, tangíveis, duráveis e reproduzíveis, excluídos os ativos circulantes (estoques de matérias primas e de produtos acabados e semi-acabados), os ativos não-reproduzíveis como terra, riquezas do subsolo e florestas naturais e os ativos intangíveis como capital humano, marcas e patentes, devidos aos investimentos em educação, treinamento, pesquisa e tecnologia².

O trabalho está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção apresenta e comenta a metodologia utilizada, o método do estoque perpétuo. Na terceira seção são descritas as séries de investimentos, os deflatores, bem como as taxas de depreciação utilizadas, além de discutir alguns problemas relativos às estimações das séries históricas. Na quarta seção são apresentadas as estimativas de estoque de capital fixo bruto e líquido. E na quinta seção são feitos os comentários finais e a conclusão.

¹ Os resultados revisam e atualizam Morandi (1997).

² A exclusão dos estoques de capital circulante, não reproduzível e intangível se deve à inexistência de dados confiáveis, incluindo-se nessa categoria os dados de investimentos em estoque de matérias primas e produtos acabados e semi-acabados para os períodos 1947-1985 e 1991-2000 das Contas Nacionais. A exclusão é particularmente importante no caso do valor do estoque de capital intangível que, no caso da economia dos EUA, é estimado em US\$ 6 trilhões ou 0,6 PIB em 2000. Ver Nakamura, 2001.

2. O método do estoque perpétuo

A escolha do método para a estimação – direta ou indireta – do estoque de capital depende da disponibilidade de dados e das possibilidades de se gerar resultados consistentes no tempo, coerentes com as demais estatísticas econômicas do país e comparáveis com outros países. O método direto de se medir o estoque de capital de uma economia consiste em agregar informações microeconômicas sobre o valor do estoque de capital obtido junto às empresas e unidades familiares. Levantamentos de informações microeconômicas dessa natureza são feitos, por exemplo, nos censos econômicos, nas declarações de valor dos bens para fins de imposto de renda ou para contratos de seguros. Raramente, contudo, esses levantamentos microeconômicos são censitários (representam todas as unidades econômicas) ou sistemáticos no tempo e no espaço. Além disso, os critérios de inclusão ou valoração dos ativos nem sempre são consistentes no tempo ou com outras estatísticas econômicas, sendo afetados por variáveis como taxas de inflação observadas e esperadas, métodos de depreciação e contabilidade dos ativos, ou grau de exposição a riscos das empresas, entre outras. Devido a isso as estimativas obtidas por métodos diretos dificilmente permitem comparações intertemporais ou internacionais (Ward, 1976).

Estimativas indiretas do estoque de capital são tradicionalmente obtidas pelo método do estoque perpétuo que acumula os fluxos macroeconômicos de investimento para diversas categorias de ativo deduzindo a depreciação física ou perda de eficiência que ocorre ao longo da vida útil de cada categoria. A precisão das estimativas assim obtidas depende do nível de desagregação e da qualidade dos dados de investimento e de preços dos ativos novos e usados, bem como da verossimilhança das hipóteses adotadas sobre vida útil e depreciação de cada ativo.

Devido à disponibilidade de séries de investimentos consistentes e sistemáticas nas Contas Nacionais, desde as estimativas pioneiras de Goldsmith (1951), o método do estoque perpétuo foi amplamente adotado sendo, ainda hoje, o método recomendado pela OECD para as estimativas do estoque de capital dos seus países membros³.

Em termos mais precisos, o método do estoque perpétuo estima o estoque bruto de capital fixo do ativo i no período t , $EBCF_t^i$, como a soma do investimento bruto, IB_t^i , realizado em um período igual ao da vida útil estimada, θ , do ativo i .

$$EBCF_t^i = \sum_{j=t-\theta+1}^t IB_j^i \quad (1)$$

Como não se faz nenhuma redução com respeito à capacidade utilizada, as estimações representam o estoque de capital de i disponível no período t . A capacidade utilizada, no entanto, é importante para as análises de curto e médio prazo (Tengblad e Westerlund, 1976).

Para cada categoria de ativo, a estimação do estoque líquido de capital fixo, $ELCF_t^i$, é obtida deduzindo-se do estoque bruto o valor acumulado do consumo de capital que ocorre ao longo de sua vida útil. Para simplificar, suporemos que o consumo de capital equivale ao valor da depreciação⁴, D_t^i , definida como a mudança no valor de um ativo⁵. Esta perda de valor estaria associada à depreciação física ou perda de eficiência devida ao envelhecimento ou uso, bem como a desastres ou obsolescência tecnológica do ativo, e corresponderia, portanto, a um custo incorrido ou uma dedução na renda gerada na produção⁶. Assim,

$$ELCF_t^i = \sum_{j=t-\theta+1}^t IB_j^i - D_t^i \quad (2)$$

sendo,

$$D_t^i = \sum_{j=t-\theta+1}^t (\delta_j^i * IB_j^i) \quad (3)$$

onde δ é a taxa de depreciação do ativo i no período j .

O método do estoque perpétuo apresenta algumas deficiências: primeiro, os dados de investimento bruto incluem a aquisição de ativos novos, usados e importados, enquanto que o índice de preços reflete apenas a variação do preço do bem novo; segundo, um índice de preços de base fixa torna-se menos representativo quanto mais distante o período base. Seria, em princípio, desejável a utilização de um índice ponderado corrente ao invés de um índice ponderado com base fixa⁷; e terceiro, o resultado é mais interessante em termos da dinâmica do

³ Originalmente Golsmith desenvolveu o modelo do estoque perpétuo para estimar o investimento necessário para a economia expandir usando as técnicas costumeiras de produção (Miller, 1990).

⁴ Depreciação é interpretada tanto como um ajuste na renda ou riqueza em decorrência da perda de valor do bem de capital, quanto como uma medida dos serviços produtivos dos bens de capital (Triplett, 1996).

⁵ Ver Ball e Witzker (1993) para uma abordagem mais rigorosa da distinção entre depreciação física e perda de valor de um ativo.

⁶ A hipótese sobre vida útil influi nos resultados obtidos pelo método do estoque perpétuo. Pesquisa da European Community mostra que uma alteração da vida útil de 10 para 20 anos, p. ex., mantendo-se constante a taxa de investimento, dobra o valor do estoque bruto de capital; se o investimento crescer a 5% ao ano o estoque bruto aumenta em 50%; e aumenta de 30 a 40% se o investimento crescer a 10% ao ano (Mas *et alli*, 2000). Essa influência, no entanto, é tanto menor quanto maior a vida útil do item de capital (Tengblad e Westerlund, 1976).

⁷ Bens de capital produzidos em períodos distintos possuem diferenças de qualidade, durabilidade e custo de operação, enquanto que os índices de preços de base fixa são sobreestimados (*upward bias*) por não refletirem tais

crescimento quando é possível estimar o estoque de capital por setor de atividade. No entanto não é comum que as séries de investimento das Contas Nacionais estejam abertas por setor.

Como vantagens, o método do estoque perpétuo é o mais utilizado tanto por ser menos oneroso que os métodos de estimação direta porque os dados já estão disponíveis, quanto por apresentar resultados equivalentes aos dos métodos de estimação direta⁸.

2.1 – Método para a estimação do estoque de residências

Diferentemente do trabalho anterior (Morandi, *op. cit.*), o investimento bruto em residências não foi estimado pela taxa de crescimento do consumo aparente de cimento. Observou-se que essas geravam taxas de crescimento muito altas, causando provável superestimação do investimento em residências. As Contas Nacionais não separam do investimento total em construções, o montante referente a construções residenciais. A opção foi estimar o estoque de residências utilizando-se o número de residências disponíveis nos Censos Econômicos (IBGE) e nas PNADs – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE), o valor do aluguel e as características domiciliares disponíveis nessas publicações a fim de gerar um valor unitário médio da residência, independente de sua localização (estado ou município, rural ou urbana). O estoque de residências, ER , utilizando as estimativas de preço hedônico, é:

$$ER_t = VUM_t * NR_t \quad (4)$$

sendo VUM_t o valor unitário médio da residência e NR_t o número de residências no período t .

3. Dados

3.1. Investimento e deflatores

Estimativas de estoque de capital fixo pelo método do estoque perpétuo requerem dados de investimento a preços constantes. Além disso, como a vida útil dos bens de capital fixo se

mudanças. Assim, o uso de um índice de preços de base fixa para a deflação do estoque de capital pode gerar uma subvalorização deste (Tengblad e Westerlund, 1976).

estende por até 50 anos, para se estimar o estoque de capital fixo a partir de 1950 são necessárias estimativas de investimento desde 1900. As Contas Nacionais do Brasil disponibilizam dados anuais de formação bruta de capital fixo a partir de 1947⁹. Para períodos anteriores, as estimativas de investimento disponíveis são bem mais precárias, conforme descrito a seguir, principalmente para os investimentos do setor privado.

Os dados de investimento bruto do governo¹⁰ em construções e em máquinas e equipamentos é do IBRE/FGV¹¹, de 1900 a 1945, e das Contas Nacionais de 1947 em diante, sendo que os dados de 1991 a 1994 são os publicados em Regionalização das Transações do Setor Público – IBGE. As duas series – IBRE e IBGE – não são contínuas porque a primeira refere-se apenas ao governo federal. A fim de compatibilizar as duas séries, foram estimados os dados de investimento bruto fixo dos governos estadual e municipal pelo método dos mínimos quadrados ordinários, supondo-se o seguinte modelo:

$$IB_t^i = \beta_0 + \beta_1 DP_t^i + \beta_2 DPGF_t + \beta_3 IBGF_t + \beta_4 PIB_t + \beta_5 (1 + IGPDI_t / IGPDI_{t-1}) + \beta_6 Trend \quad (5)$$

onde, IB_t^i é a formação bruta de capital fixo do governo i no período t ; DP_t^i a despesa primária do governo i no período t ; $DPGF_t$ a despesa primária do governo federal; $IBGF_t$ a formação bruta de capital fixo do governo federal no período t ; PIB_t o produto interno bruto; $IGPDI$ o índice geral de preços – disponibilidade interna; e uma variável de tendência, $Trend$.

A estimação dos dados de investimento dos governos estadual e municipal evita a quebra de tendência que se verificava nos gastos de investimento do governo relativamente ao setor privado.

O setor privado inclui as empresas estatais, as empresas privadas e as famílias. O estoque de capital das famílias se reduz basicamente às construções residenciais¹². É importante, para uma análise macroeconômica, que seja possível distinguir estoque de residências dos demais itens de investimento utilizados como bens de capital. Para tanto, foi usado o estoque de residências estimado pelo método do preço hedônico e, a partir desses dados, estimou-se o

⁸ Uma comparação entre os métodos direto e indireto de estimação do estoque de capital, feita para o Japão, mostrou que os resultados obtidos tinham diferenças entre 5 e 10%, sendo que as maiores diferenças ocorreram nas estimações desagregadas setorialmente (Ward, 1976).

⁹ As estimativas são brutas por não distinguirem a parcela dos investimentos de reposição daquela que aumenta a capacidade produtiva.

¹⁰ Somatório do investimento bruto dos governos federal, estaduais e municipais.

¹¹ Centro de Estudos Fiscais do IBRE/FGV - IPEA, Projeto Recuperação de Estatísticas Históricas do Setor Público Brasileiro.

¹² Outros tipos de posse de riqueza por parte das famílias seria a aquisição de ativos financeiros como títulos, ações, etc., ou reais, como automóveis, eletrodomésticos, etc., que, no entanto, não entram nas estatísticas de investimento das Contas Nacionais.

investimento bruto em residências. Esse valor foi deduzido do investimento bruto em construções das Contas Nacionais, sendo a diferença considerada como investimento bruto em estruturas. Esses são os dados utilizados na estimação do estoque de capital fixo em construções – estruturas do setor privado.

Reiff (2003) estimou o estoque em residências para os anos de 1970 e 1980-1999. A série foi completada até 1900 utilizando-se as quantidades de residências, disponíveis nos Censos Econômicos (1890, 1900, 1920, 1940, 1950 e 1960) e nas PNADs de 1973 e 1976. Os anos intermediários foram estimados supondo-se que a taxa de crescimento é linear e constante:

$$NR = (NR_{t1} / NR_{t2})^{(1/(t2-t1))} \quad (6)$$

sendo NR o número de residências e ti o ano do Censo Econômico ou da PNAD.

O valor unitário médio de 1900-1969 e 1971-1979 foi estimado a partir de sua taxa média de variação no período 1970-1999, supondo-se que esta represente a taxa de crescimento de longo prazo. O valor de 2000 foi estimado pela taxa média de crescimento do VUM entre 1990 e 1999.

O valor unitário médio estimado pelo modelo de preço hedônico utilizou como variáveis de qualificação dos imóveis suas características físicas: número de quartos e de banheiros, o tipo de material das paredes e do telhado, a forma de recolhimento do lixo disponível na região e o acesso ou não à rede de tratamento de esgoto e água.

O investimento bruto em construções – estruturas e máquinas e equipamentos do setor privado, de 1900 a 1947, foi estimado segundo metodologia de Hofman (1992 e 2000) e Abreu (1997), tendo sido construídas *proxies* para a formação bruta de capital a preços constantes e correntes, a partir de estatísticas históricas disponíveis. A *proxy* utilizada para o investimento bruto em construção civil – estruturas, a preços constantes, é o consumo aparente de cimento obtido em Villela e Suzigan (1973), para 1901-1945, e Conjuntura Econômica (1972), para 1945-1947. A *proxy* utilizada para o investimento bruto em máquinas e equipamentos a preços constantes, foi o valor a preços constantes das exportações de bens de capital dos principais exportadores para o Brasil à época (Alemanha, Grã-Bretanha, EUA e França) obtido em Suzigan (1986, pp. 354-365) para o período 1901-1939 e em Abreu (1992) para o período 1940-1946¹³.

¹³ As estatísticas brasileiras de importações de bens de capital não foram utilizadas por não serem consideradas confiáveis (Suzigan, 1986). Os dados de exportação de máquinas e equipamentos estimados por Suzigan cobrem 100% das exportações no Séc. XIX e entre 95,4% e 81,6% no período 1900-1939 das exportações de maquinaria industrial para o Brasil. Embora praticamente toda a maquinaria industrial fosse importada, algumas máquinas e equipamentos mais simples já eram fabricadas no Brasil nas décadas de 20 e 30. Mas, segundo o autor, a consistência dos dados incluídos e sua representatividade garantem a precisão da estimativa como um indicador das

As séries de formação bruta de capital fixo a preços correntes foram obtidas a partir do deflator implícito de Abreu e Verner (1997), que utilizam como *proxy* do deflator da série de investimento em construção, no período 1908-1947, o preço do cimento (média dos preços do cimento produzido domesticamente e importado, publicados no Anuário Estatístico do Brasil e no Comércio Exterior do Brasil, respectivamente); enquanto que para a formação bruta de capital fixo em máquinas e equipamentos utiliza o índice de preços de exportação de bens de capital dos parceiros comerciais (Suzigan, 1986), para o período 1901-1939, e o índice de preço de importação de bens de capital (calculados a partir dos dados do Comércio Exterior do Brasil) para o período 1939-1947. Por falta de informações específicas não foram estimados valores para o investimento em outros¹⁴ anteriores a 1947, sendo seu valor agregado à formação bruta de máquinas e equipamentos.

Alguns problemas podem ser apontados nas estimativas de investimento para o período pré-1947, destacando-se a utilização das importações de bens de capital para a indústria de transformação como *proxy* dos investimentos em máquinas e equipamentos, que provavelmente superestima o crescimento dos investimentos nessa categoria. Isso porque a produção de máquinas e equipamentos para os setores de infraestrutura (portos e estradas, em particular), extrativa mineral e agricultura, com peso significativo no investimento total, certamente apresenta menor dinamismo. Analogamente, a utilização do consumo de cimento como *proxy* da construção civil - estrutura, provavelmente superestima as taxas de crescimento, sobretudo no começo do século, na medida em que se ignora o investimento em estruturas produtivas que não utilizam cimento, destacando-se agricultura, bem como estradas, que praticamente não utilizavam cimento como matéria prima. Esse efeito é minorado, no entanto, por se utilizar valores de estoque de residências estimados pelo método de preços hedônicos para se estimar o investimento bruto em construção civil – residências.

A partir de 1947 as Contas Nacionais apresentam dados de formação bruta de capital fixo desagregados em construção civil, máquinas e equipamentos e outros¹⁵. A valoração é feita

tendências do investimento na indústria de transformação. A série provavelmente apenas subestima, em certa medida, os níveis de investimento nas duas últimas décadas do período estudado” (Suzigan, *op. cit.*, p. 76).

¹⁴ Inclui investimento em culturas permanentes, matas plantadas e animais reprodutores, segundo classificação das Contas Nacionais.

¹⁵ O investimento em construção civil inclui os valores da produção de novas estruturas – imóveis residenciais e não-residenciais, obras de infra-estrutura de transportes, energia, etc. – e as reformas que contribuem para estender sua vida útil. Os investimentos em máquinas e equipamentos incluem os valores do consumo doméstico aparente, ou seja, a produção doméstica mais as importações menos as exportações, acrescidos dos valores dos serviços de instalação e dos bens e serviços incorporados ao estoque desses bens visando aumentar sua vida útil, rendimento ou capacidade de produção. A categoria outros investimentos inclui os gastos efetuados na plantação e cultivo de

pelos preços pagos em mercado e pelos custos, no caso de produção por conta própria¹⁶. Para o período 1947-1970 as Contas Nacionais só dispõem das séries a preços correntes e as séries a preços constantes (Conjuntura Econômica, 1971 e 1972) para a formação bruta total. Para máquinas e equipamentos e construção civil as séries a preços constantes foram obtidas usando-se como deflatores índices de preços específicos: para a construção civil, foi utilizado o Índice Nacional da Indústria de Construção Civil – INCC/FGV; para máquinas e equipamentos, o Índice de Preços por Atacado – Oferta Global (IPA-OG) para Metais e Produtos Metalúrgicos; e para outros investimentos, o Índice de Preços por Atacado – Oferta Global (IPA-OG/FGV) para Produtos Agrícolas. De 1970 em diante, as séries de investimento a preços constantes foram obtidas encadeando-se o índice de quantum de base fixa (a preços de 1980), para o período 1970-1990, com o índice de quantum de base móvel (a preços do ano anterior) para os períodos posteriores a 1991¹⁷.

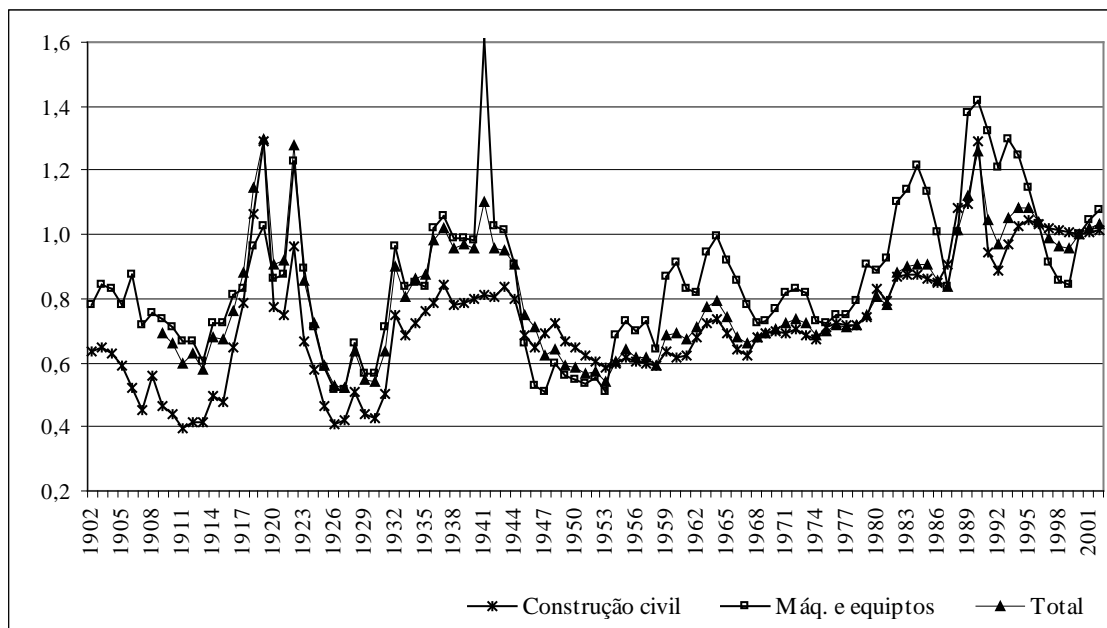
Os índices de preços relativos dos bens de capital (gráfico 1) apresentam tendência de crescimento após 1953, com reversão apenas a partir de 1995. Apesar da maior volatilidade do índice de preços de máquinas e equipamentos, o índice de preços do investimento bruto total fica semelhante ao de construções, em função do investimento nesse item responder por cerca de 70% do investimento bruto total, tornando o deflator implícito das duas séries muito semelhantes.

Gráfico 1: Índice de preços relativos dos bens de capital, 1901-2001

matas plantadas e culturas permanentes, a variação no valor dos rebanhos de gado reprodutor, animais de tração, gado de leite, ovelhas e outros animais similares (exclusive o rebanho de gado para corte, considerado estoque de matéria prima).

¹⁶ Ver IBGE (1990).

¹⁷ Além dos problemas de inconsistência temporal de uma série que combina índices de base fixa e móvel, deve-se notar que os índices de base fixa apresentam “viés de substituição” por subestimarem a contribuição dos bens que sofreram redução de preços relativos e cujo peso relativo aumenta à medida que se afasta do ano-base. Os índices de base móvel, por sua vez, não são aditivos devido à atualização contínua dos preços ponderados e não se prestam ao cálculo da depreciação ou do estoque bruto (Ver Landefeld e Parker, 1997; e Whelan, 2000).



A partir de 1970, os dados de valor dos investimentos em construção civil e máquinas e equipamentos das Contas Nacionais são desagregados pelo agente institucional responsável por sua realização, distinguindo-se o governo (administrações diretas em nível federal, estadual e municipal) e o setor privado (empresas, inclusive estatais, e famílias).

O investimento bruto do setor privado em construção – residências, de 1900 a 2000, é estimado a partir do estoque líquido de residências, estipulando-se uma taxa de depreciação apropriada.

O investimento bruto em construção – estruturas no período 1947-2001 para o qual existem dados das Contas Nacionais, é estimado como a diferença entre o investimento bruto em construção das Contas Nacionais e o investimento bruto estimado para residências. Para os anos de 1900 a 1947 a estima-se o investimento bruto em construção – estruturas pela taxa de crescimento do consumo aparente de cimento.

O investimento bruto de 1900 a 1946 em máquinas e equipamentos foi estimado pela taxa de crescimento das exportações para o Brasil de máquinas e equipamentos para a indústria. A série de investimento em outros - investimentos na agricultura, conforme classificação das Contas Nacionais - foi considerada como investimento do setor privado e seu valor foi adicionado ao do investimento em máquinas e equipamentos desse setor.

As séries de investimento bruto do governo – estruturas e máquinas e equipamentos – em valores nominais utilizam os mesmos deflatores que as séries do setor privado para esses itens.

Além das deficiências das estimativas de investimento do governo e das famílias e da precariedade dos deflatores utilizados no período 1947/1969, nota-se que as Contas Nacionais apresentam descontinuidades metodológicas importantes nos períodos 1947/1969, 1970/1989 e 1990 em diante¹⁸.

3.2 – Vida útil, função de mortalidade, depreciação e consumo de capital

O método do estoque perpétuo também requer hipóteses sobre a vida útil e as funções de mortalidade e depreciação das diferentes categorias de ativo¹⁹. Na falta de estimativas empíricas para a economia brasileira, esse estudo utilizou a média da vida útil e da taxa de depreciação adotadas pelo Bureau of Economic Analysis (BEA)²⁰ para os EUA para os itens de construção e de máquinas e equipamentos, respectivamente.

A função de mortalidade utilizada adota a hipótese de morte súbita ou instantânea, ou seja, o ativo tem uma vida útil determinada, ao fim da qual ocorre perda total de produtividade do estoque remanescente. Hipóteses alternativas consistem em supor que a morte do ativo é uma função com distribuição normal em torno da média ou que a depreciação segue uma distribuição linear com retardo de alguns anos e zerando o ativo ao final da vida útil estimada²¹.

Mais especificamente, para as categorias de ativo fixo aqui analisadas, utilizou-se as hipóteses de vida útil igual a 50 anos para residências, 40 anos para as estruturas e 20 anos para as máquinas e equipamentos, valores esses que são corroborados por estudos de outros países (Mas, Pérez e Uriel, 2000; Fraumeni, 1997; Katz e Herman, 1997; OECD, 1992; Young e Musgrave, 1980; Thomas, 1979) e para o Brasil (Hofman, 1992 e 2000).

A taxa de depreciação é estimada pela média dos parâmetros utilizados pelo BEA para as categorias de classificadas em construção e em máquinas e equipamentos, respectivamente. A

¹⁸ Ver Reis *et alli* (2003).

¹⁹ “In a simulation exercise carried out in the European Community with five survival functions (quasi-logistic, gamma, sudden death, delayed linear and lognormal) and different assumptions as to the average life and growth rate of investment, it was found that if the duration of the average life were to be extended from 10 to 20 years, and the rate of investment to remain constant, the gross capital stock estimated would be doubled; it would increase by 50 percent if investment increased at a rate of 5 percent per year, and finally, it would increase by 30 percent or 40 percent if investment grew at 10 percent per year. These results clearly illustrate the importance of assumptions of average lives for the results” (Mas, Pérez e Uriel, 2000, p. 80).

²⁰ Ver Katz e Herman (1997).

²¹ OECD (1992: 49) apresenta estudos do Canadá, Japão e Noruega que adotam a hipótese de morte súbita; EUA, Austrália, Áustria, Finlândia, França, Alemanha e Suécia adotam a função de mortalidade normal; e Nova Zelândia e Reino Unido, a função linear retardada.

utilização de uma função geométrica de depreciação resulta em uma depreciação mais acelerada nos primeiros anos²² imediatamente após o investimento.

Optou-se por uma taxa geométrica de depreciação porque alguns estudos²³, baseados na relação dos preços dos equipamentos novos e usados, demonstraram ser essa a função de depreciação mais adequada para equipamentos da indústria de transformação²⁴. Os estudos também mostram que a taxa de depreciação tende a ser estável, apesar das mudanças qualitativas que os equipamentos possam sofrer ao longo do tempo em decorrência, por exemplo, de mudanças tecnológicas.

3.3 – Formação bruta de capital fixo, 1901-2000

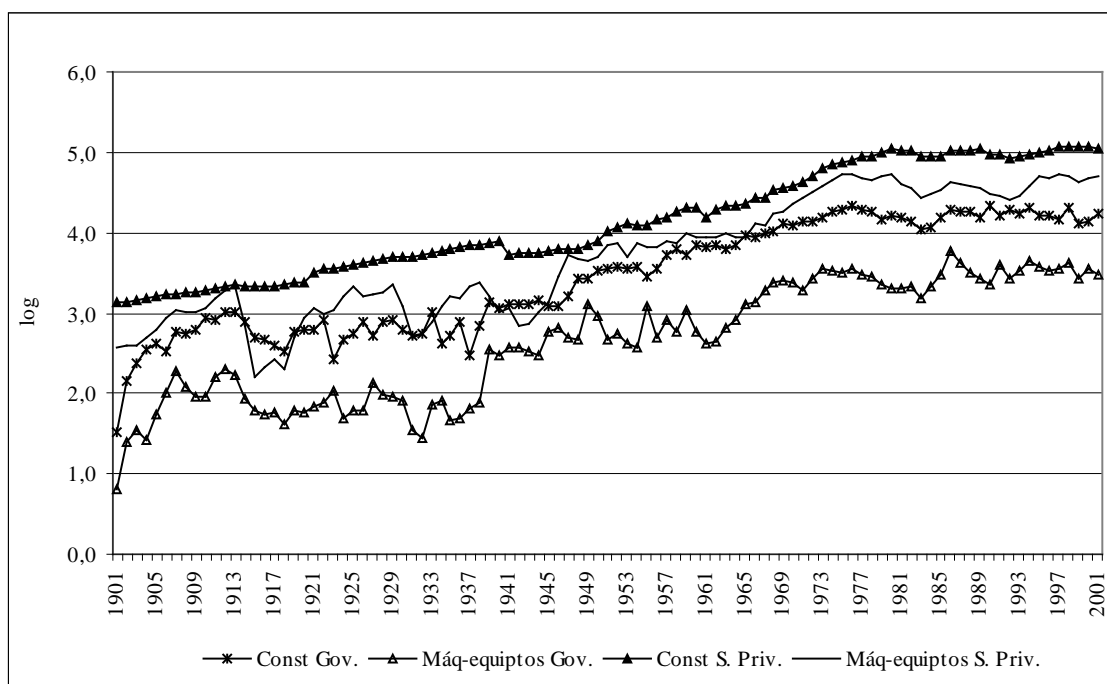
As séries de formação bruta de capital fixo no período 1901-2001 estão apresentadas em escala logarítmica (gráfico 2) em que a inclinação equivale à taxa de crescimento anual. As séries apresentam, com algumas variações, um mesmo padrão de crescimento: as flutuações mais significativas estão presentes nas primeiras décadas até meados dos anos 40; as maiores taxas de crescimento ocorrem entre os anos 50 e final da década de 70; e da década de 80 em diante apresentam tendência de crescimento estável com alguma flutuação. O investimento em máquinas e equipamentos apresenta maiores flutuações que o investimento em construção civil por ser um setor de *tradeables*, suscetível a flutuações cambiais e controles de importação.

Gráfico 2: Investimento bruto, 1901-2001 (R\$ milhões de 1999)

²² Morandi (1997) utilizou depreciação linear que a cada período deprecia uma parcela constante do ativo.

²³ Hulten e Wykoff (1981); Fraumeni (1997); Katz e Herman (1997).

²⁴ Fraumeni (1997), contudo, apresenta evidências empíricas contrárias à função de depreciação geométrica para alguns ativos como automóveis, computadores, entre outros. Adverte, além disso, para a possibilidade de vieses nos resultados de Hulten e Wykoff (1981) devido à falta de representatividade das informações sobre os ativos usados ou aos efeitos de variações nas condições econômicas, como inflação, taxa de juros, impostos e preço de bens substitutos ou complementares, sobre o preço dos ativos usados.



A participação do investimento do governo na composição do investimento bruto total é bem menor que do setor privado – média de cerca de 15 % no período 1901-2001 contra valores próximos a 85 % do setor privado – tornando tanto as taxas de crescimento quanto as flutuações da série de investimento total similares aos da série de investimento privado. No entanto, a média foi de 18,6% entre 1940 e 1978 e de 19% entre 1950 e 1962. Essa média chega a 12,2% na última década, entre 1990 e 2000.

A taxa de crescimento exponencial (tabela 1), calculada utilizando-se o logaritmo dos valores constantes do investimento bruto e do PIB ajustados por uma função linear, mostra grande semelhança entre as taxas de crescimento do PIB e do investimento bruto, um resultado interessante dado que investimento e crescimento estão geralmente estreitamente interligados nos modelos que tratam de crescimento econômico. Dentre as séries de investimento, a de construção civil apresenta crescimento maior que a de máquinas e equipamentos em todos os subperíodos analisados, a exceção do último. Quanto a máquinas e equipamentos, o investimento do setor privado se destaca nos períodos 1970-1990 e 1990-2001, com taxas médias de crescimento bem superiores às do investimento do governo no mesmo item.

A taxa média do período do investimento bruto em máquinas e equipamentos do setor privado é igual à da média dos dois setores, em função da participação significativamente maior

do setor privado – 23% - em relação ao governo – 2,3% - no período 1901-2001 no investimento bruto total.

Destaque também para a taxa de crescimento do investimento em residências no último subperíodo, 1990-2001, de 4,2 %, enquanto que para a construção como um todo a taxa foi negativa (-2,4 %). Em todo o período, o setor privado apresenta taxas de crescimento para estruturas superiores às do governo, destacando-se os períodos de 1947-1970 e 1970-1980.

Tabela 1: Taxa média de crescimento: PIB e investimento bruto, 1901-2001 (%)

	1901-2001	1901-1947	1947-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2001
PIB	2,3	1,9	2,8	3,4	1,2	1,2
Investimento bruto total	2,2	1,5	2,9	3,9	-0,2	-0,1
Construção total	2,1	1,6	3,2	3,9	0,1	-2,4
Residência s. privado	1,7	1,6	2,1	1,4	-1,3	4,2
Estrutura s. privado	3,5	2,3	5,1	6,3	0,5	-0,2
Estrutura governo	2,2	1,3	3,2	1,3	1,6	-1,2
Máq. equiptos total	2,4	1,2	2,4	3,1	-0,6	2,5
Máq. equiptos s. privado	2,4	1,1	2,4	3,3	-0,8	2,9
Máq. equiptos governo	2,3	1,7	2,4	-0,2	2,3	0,5

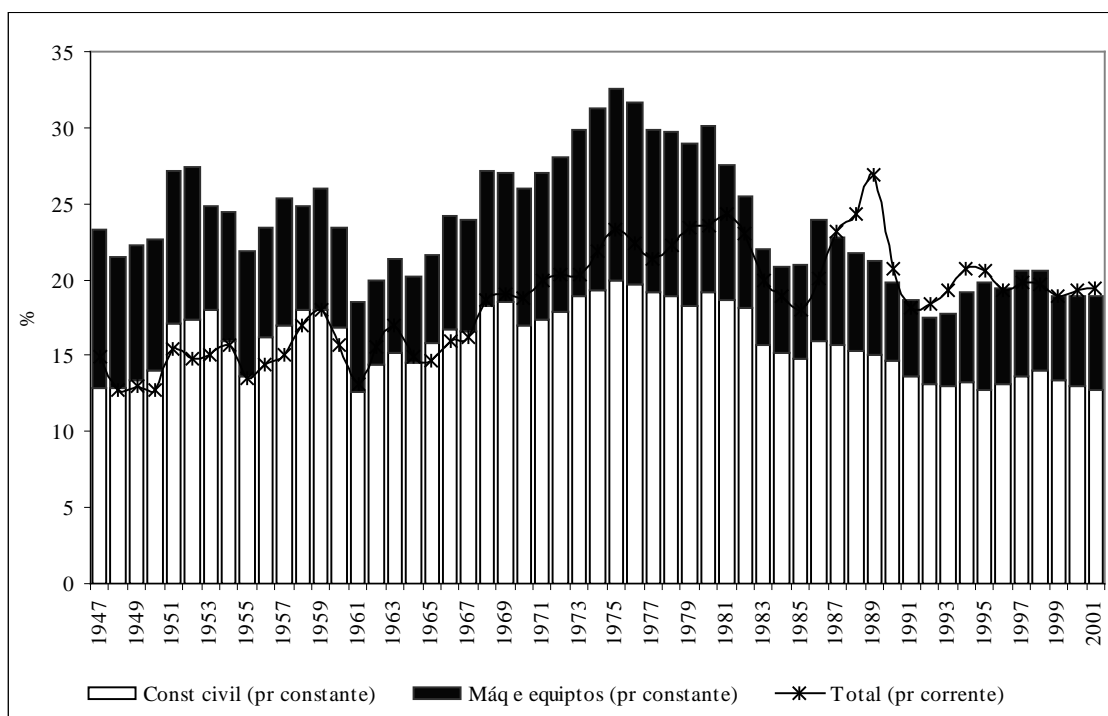
A participação média em todo o período do investimento bruto do governo em estruturas – 12,9% – é próxima à do setor privado – 17% – mas muito inferior à média do investimento bruto em residências do setor privado – 41,8%.

A taxa de investimento bruto em relação ao PIB difere se o cálculo é feito com valores correntes ou constantes (gráfico 3) pelas diferenças de preços relativos em função das taxas de inflação, que provoca mudança nos preços relativos tanto mais drásticas quanto maiores forem as variações das taxas de inflação e mais longo o período de elevação dos preços sofrido pela economia. No Brasil a inflação é especialmente importante nos anos 70, 80 e início dos 90, bem como os períodos de redução brusca das taxas de inflação durante os planos de estabilização que utilizaram congelamento de preços.

As taxas de investimento bruto invertem a tendência de crescimento para decréscimo no início dos anos 80, sendo a redução mais significativa nos investimentos em máquinas e

equipamentos, cujas taxas de crescimento do investimento caem praticamente à metade do valor observado nas décadas imediatamente anteriores.

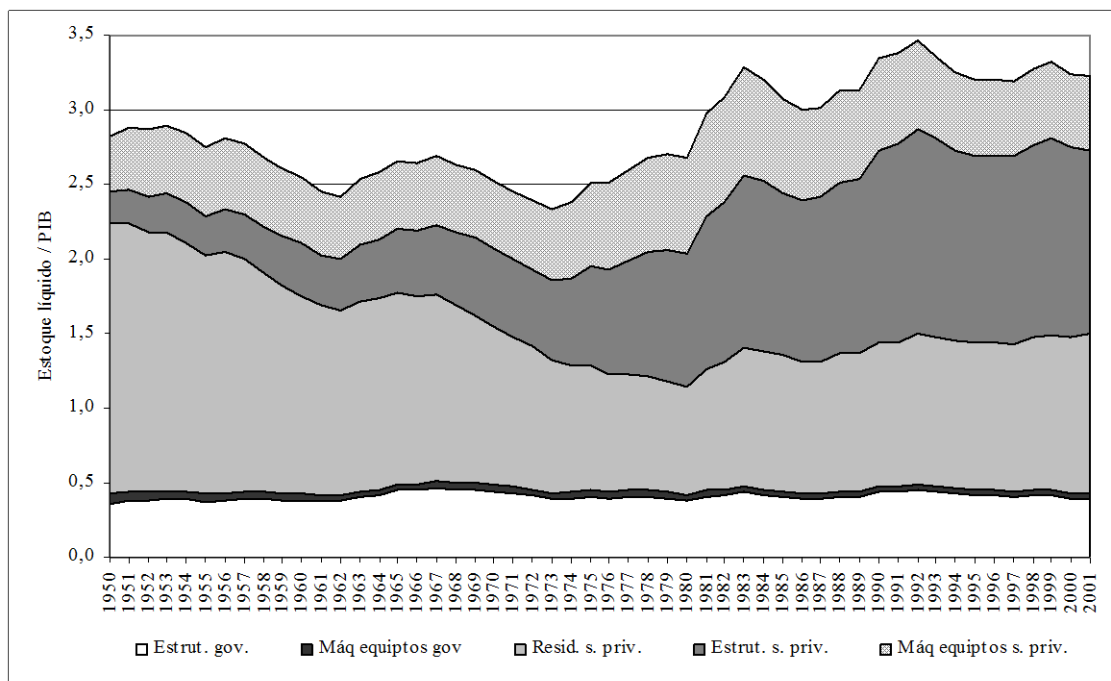
Gráfico 3: Taxa de investimento bruto, a preços corrente e constante, 1947-2001



4 – Resultados

As estimativas referem-se ao estoque de capital fixo em residências, estruturas e máquinas e equipamentos do setor privado, e estruturas e máquinas e equipamentos do governo (tabela 2). O setor institucional com maior participação é o setor privado (inclui as estatais), respondendo por cerca de 84% do estoque de capital no período 1950-2001, sendo que desse total cerca de 66% referem-se ao estoque em residências e estruturas e os restantes 18% em máquinas e equipamentos.

Gráfico 4: Estoque líquido de capital fixo / PIB, 1950-2001



O estoque de capital fixo da economia brasileira em termos de PIB (gráfico 4) é crescente, passa de 2,8 PIB em 1950 para 3,2 PIB em 2001, tendo atingido os maiores valores em 1983 (3,28 PIB) e em 1992 (3,46 PIB). Analisando-se sua composição, o estoque em estruturas do setor privado cresce em todo o período, passa de 0,22 PIB em 1950 para 1,23 PIB em 2001. O estoque em estruturas do governo cresce bem menos, passa de 0,36 PIB em 1950 para 0,4 PIB em 2001.

O estoque de residências, por sua vez, é decrescente até 1980, passando de 1,81 PIB em 1950 para 0,73 PIB em 1980, apresentando leve crescimento e tendência à estabilidade a partir de então, chegando a 1,07 PIB em 2001 e uma média de 0,96 PIB entre 1981 e 2001.

Tabela 2: Estoque de capital líquido: setor privado e governo, 1950-2001

ANO	Setor Privado				Governo			Total		
	Residências	Estruturas	Máquinas e equipamentos	Total	Estruturas	Máquinas e equipamentos	Total	Construções	Máquinas e equipamentos	Total
1950	142.846,1	17.553,1	28.971,4	189.370,5	28.606,0	4.826,4	33.432,4	189.005,2	33.797,7	222.802,9
1951	148.676,8	19.101,3	34.294,6	202.072,7	31.265,1	4.899,1	36.164,3	199.043,2	39.193,8	238.237,0
1952	154.745,6	21.302,9	39.770,8	215.819,3	33.964,8	5.045,1	39.009,9	210.013,3	44.815,9	254.829,2
1953	161.062,1	24.652,8	42.362,2	228.077,0	36.289,6	5.031,3	41.320,9	222.004,4	47.393,5	269.397,9
1954	167.636,4	26.805,0	46.807,1	241.248,4	38.822,5	4.985,1	43.807,6	233.263,8	51.792,2	285.056,0
1955	174.479,0	28.302,0	50.343,9	253.124,9	40.511,7	5.802,8	46.314,6	243.292,7	56.146,7	299.439,4
1956	181.601,0	31.941,1	53.493,3	267.035,3	42.897,7	5.807,8	48.705,5	256.439,7	59.301,1	315.740,8
1957	189.013,6	35.638,0	57.899,5	282.551,1	47.095,3	6.157,2	53.252,5	271.746,9	64.056,7	335.803,6
1958	196.728,9	41.442,4	61.259,3	299.430,6	52.155,3	6.216,1	58.371,5	290.326,6	67.475,5	357.802,1
1959	204.759,0	49.743,1	66.674,4	321.176,6	56.122,7	6.703,2	62.825,9	310.624,8	73.377,6	384.002,5
1960	213.117,0	56.497,9	70.898,3	340.513,1	61.608,8	6.675,4	68.284,2	331.223,7	77.573,7	408.797,3
1961	221.206,9	58.459,2	74.617,6	354.283,6	66.675,2	6.466,7	73.141,9	346.341,3	81.084,2	427.425,5
1962	229.603,9	64.231,6	78.199,3	372.034,7	72.005,4	6.296,4	78.301,7	365.840,8	84.495,7	450.336,5
1963	238.319,6	71.719,3	82.632,4	392.671,3	76.668,5	6.371,7	83.040,2	386.707,4	89.004,0	475.711,4
1964	247.366,2	77.755,9	85.753,1	410.875,2	81.586,0	6.637,5	88.223,5	406.708,1	92.390,6	499.098,7
1965	256.756,2	84.204,0	88.509,0	429.469,3	88.604,5	7.297,9	95.902,4	429.564,8	95.806,9	525.371,7
1966	266.502,7	94.083,6	95.064,9	455.651,2	95.274,7	7.940,1	103.214,8	455.861,0	103.005,0	558.866,0
1967	276.619,1	103.560,8	100.349,5	480.529,4	102.651,9	9.145,2	111.797,0	482.831,8	109.494,7	592.326,5
1968	287.119,6	119.383,8	110.217,9	516.721,2	110.132,6	10.667,7	120.800,3	516.635,9	120.885,6	637.521,5
1969	298.018,6	136.202,8	120.198,6	554.420,1	120.424,0	12.153,0	132.576,9	554.645,4	132.351,6	686.997,0
1970	309.331,4	153.564,7	133.428,1	596.324,1	129.443,9	13.427,9	142.871,8	592.339,9	146.856,0	739.196,0
1971	328.776,4	167.775,2	150.308,7	646.860,4	139.916,3	14.141,6	154.057,9	636.468,0	164.450,3	800.918,3
1972	349.443,8	188.695,8	170.853,3	708.992,9	150.252,4	15.568,2	165.820,5	688.391,9	186.421,5	874.813,4
1973	371.410,3	218.707,2	197.726,2	787.843,7	162.011,7	17.722,0	179.733,7	752.129,3	215.448,2	967.577,5
1974	382.853,3	264.177,4	230.407,0	877.437,6	175.877,1	19.520,7	195.397,9	822.907,8	249.927,7	1.072.835,5
1975	394.648,7	314.050,7	266.901,3	975.600,7	190.840,8	20.800,8	211.641,6	899.540,2	287.702,1	1.187.242,3
1976	406.807,6	368.226,2	302.333,3	1.077.367,1	207.812,1	22.498,0	230.310,0	982.845,8	324.831,3	1.307.677,1
1977	423.274,4	421.840,6	330.714,0	1.175.829,0	221.760,3	23.483,3	245.243,6	1.066.875,3	354.197,3	1.421.072,6
1978	440.407,7	477.031,4	361.484,0	1.278.923,2	234.801,8	24.206,4	259.008,2	1.152.240,9	385.690,4	1.537.931,3
1979	451.257,8	544.101,9	392.929,8	1.388.289,5	243.550,1	24.326,0	267.876,2	1.238.909,8	417.255,8	1.656.165,6
1980	490.810,3	595.437,4	429.885,2	1.516.132,9	253.700,9	24.224,1	277.925,0	1.339.948,6	454.109,3	1.794.057,9
1981	520.856,6	655.711,1	447.591,4	1.624.159,1	262.712,7	24.220,6	286.933,3	1.439.280,4	471.812,0	1.911.092,4
1982	553.242,7	692.913,6	454.748,5	1.700.904,8	269.823,0	24.323,6	294.146,6	1.515.979,3	479.072,1	1.995.051,4
1983	584.877,6	722.715,2	453.013,0	1.760.605,8	273.925,3	23.736,1	297.661,4	1.581.518,1	476.749,1	2.058.267,2
1984	612.861,8	755.447,0	449.255,3	1.817.564,1	278.774,8	23.741,3	302.516,1	1.647.083,7	472.996,6	2.120.080,3
1985	652.293,7	777.534,2	451.616,8	1.881.444,6	286.906,7	24.479,6	311.386,3	1.716.734,6	476.096,4	2.192.831,0
1986	676.649,1	825.624,5	467.132,3	1.969.405,9	299.514,4	27.978,8	327.493,2	1.801.788,0	495.111,1	2.296.899,1
1987	696.441,6	880.182,0	478.053,4	2.054.677,0	310.615,2	29.501,9	340.117,1	1.887.238,8	507.555,3	2.394.794,1
1988	739.735,0	906.677,6	483.090,0	2.129.502,6	320.323,4	29.800,3	350.123,7	1.966.736,0	512.890,3	2.479.626,3
1989	761.270,0	957.866,0	487.536,1	2.206.672,1	327.628,4	29.577,8	357.206,1	2.046.764,4	517.113,9	2.563.878,3
1990	760.631,2	1.005.088,1	481.364,8	2.247.084,1	340.266,1	28.943,0	369.209,1	2.105.985,4	510.307,8	2.616.293,2
1991	765.696,0	1.053.591,3	472.189,8	2.291.477,1	347.461,7	30.086,6	377.548,3	2.166.749,0	502.276,4	2.669.025,4
1992	790.214,9	1.082.769,7	459.746,7	2.332.731,3	357.186,4	29.765,0	386.951,4	2.230.171,0	489.511,7	2.719.682,7
1993	819.288,6	1.102.208,6	450.601,9	2.372.099,1	365.312,7	29.954,0	395.266,8	2.286.810,0	480.555,9	2.767.365,9
1994	856.671,1	1.118.713,5	451.875,9	2.427.260,4	375.964,0	31.276,6	407.240,5	2.351.348,5	483.152,5	2.834.501,0
1995	894.053,5	1.139.108,6	464.505,3	2.497.667,4	382.301,9	31.852,2	414.154,1	2.415.464,0	496.357,5	2.911.821,5
1996	931.193,5	1.163.829,7	472.081,5	2.567.104,6	388.179,5	32.050,8	420.230,3	2.483.202,7	504.132,3	2.987.334,9
1997	951.966,7	1.215.163,9	486.636,6	2.653.767,2	391.530,5	32.529,1	424.059,5	2.558.661,1	519.165,7	3.077.826,8
1998	996.960,8	1.237.744,2	493.906,1	2.728.611,0	400.507,8	33.660,4	434.168,2	2.635.212,8	527.566,5	3.162.779,3
1999	1.017.936,8	1.283.175,0	493.581,2	2.794.692,9	401.991,1	33.141,5	435.132,6	2.703.102,8	526.722,7	3.229.825,6
2000	1.064.111,3	1.297.319,2	496.738,6	2.858.169,2	403.676,4	33.613,8	437.290,2	2.765.106,9	530.352,4	3.295.459,3
2001	1.104.428,8	1.266.247,2	506.511,4	2.877.187,4	408.543,0	33.451,0	441.993,9	2.779.218,9	539.962,4	3.319.181,3

A queda do estoque de residência em proporção do PIB no período até 1980 é intrigante mas pode ser justificado pela urbanização, que expandiu o acesso ao saneamento básico e expandiu a oferta. As taxas médias anuais de crescimento do número de residências são apresentadas na tabela 2. O valor unitário médio da residência, estimado com base no perco hedônico, apresenta variação de 1,05% entre 1900 e 1999.

Tabela 3: Taxa média de crescimento do número de residências, 1900-2000

Período	Taxa média de crescimento (% a.a.)
1900-1920	1,99
1920-1940	3,44
1940-1950	1,00
1950-1960	3,00
1960-1970	2,71
1970-1980	3,63
1980-1990	3,20
1990-2000	2,63

O estoque de capital em máquinas e equipamentos do setor privado passa de 0,43 PIB em 1950 para 0,52 PIB em 2001, com um valor médio no período igual a 0,56 PIB. A média mais alta que os valores extremos é consequência do grande crescimento do estoque em termos de PIB ocorrido nos anos 70 e 80, apresentando média de 0,63 PIB nesse período e alcançando o valor máximo em 1983 (0,76 PIB).

A participação dos itens no estoque líquido total (tabela 3) mostra que, de forma geral, a construção civil é o item com maior peso, apesar de apresentar participação decrescente de 1950 a 1980, tendo passado de cerca de 85% do estoque líquido em 1950 para valores próximos a 75% em 1980, expandindo sua participação até 83,7% em 2001. O estoque em máquinas e equipamentos apresenta participação crescente de 1950 a 1980, passando de 15,2% para 25,3%, decrescendo a partir de então, chegando a 2001 com participação próxima à de 1950 (16,3%). O período de crescimento da participação do estoque de máquinas coincide com o período de crescimento da economia brasileira e vice-versa. O período de (de)crescimento da participação

do estoque de máquinas e equipamentos coincide com o período de (de)crescimento da economia brasileira.

Tabela 4: Participação dos itens no estoque líquido total, 1950-2001 (%)

Ano	Construções					Máquinas e equipamentos		
	Residências	Estruturas			Total	S. privado	Governo	Total
		S Privado	Governo	Total				
1950	64,1	7,9	12,8	20,7	84,8	13,0	2,2	15,2
1955	58,3	9,5	13,5	23,0	81,2	16,8	1,9	18,8
1960	52,1	13,8	15,1	28,9	81,0	17,3	1,6	19,0
1965	48,9	16,0	16,9	32,9	81,8	16,8	1,4	18,2
1970	41,8	20,8	17,5	38,3	80,1	18,1	1,8	19,9
1975	33,2	26,5	16,1	42,5	75,8	22,5	1,8	24,2
1980	27,4	33,2	14,1	47,3	74,7	24,0	1,4	25,3
1985	29,7	35,5	13,1	48,5	78,3	20,6	1,1	21,7
1990	29,1	38,4	13,0	51,4	80,5	18,4	1,1	19,5
1995	30,7	39,1	13,1	52,2	83,0	16,0	1,1	17,0
2000	32,3	39,4	12,2	51,6	83,9	15,1	1,0	16,1
2001	33,3	38,1	12,3	50,5	83,7	15,3	1,0	16,3

Em consequência da mudança da participação das construções residenciais e das estruturas no investimento bruto, seus estoques invertem suas participações no estoque líquido em meados do anos 70. Nas primeiras duas décadas, as construções residenciais apresentam participação entre 64,1 e 41,8 % do estoque líquido em construções, enquanto que as estruturas (setor privado e governo) apresentavam participação entre 21 e 38%. A partir de 1975, a participação das construções residenciais caiu para cerca de 30%, sendo de 33,3% em 2001, enquanto que as estruturas passaram a representar mais de 50% do estoque líquido total a partir de 1990. O aumento proporcional do estoque de estruturas reflete a expansão industrial, com aumento significativo do setor privado, cuja participação no estoque líquido total passa de cerca

de 8% em 1950 para cerca de 38% em 2001. O estoque de estruturas do governo é crescente entre a segunda metade da década de 60 e anos 70.

A participação do estoque de máquinas e equipamentos no estoque líquido total é crescente até o início dos anos 80, passando de 13% em 1950 e chegando a 24% em 1980, sendo decrescente desde então. O estoque de máquinas e equipamentos do governo apresenta comportamento similar.

A idade média, calculada a partir dos dados de investimento e vida útil, é uma medida do envelhecimento do estoque de capital, sendo tanto maior quanto menor o investimento e vice-versa. Uma idade média muito alta implica que a produção está sendo realizada com uma base produtiva que se renova lentamente e, portanto, com tecnologia provavelmente ultrapassada. Consequentemente, o poder de competir dessa economia se reduz, pela piora da qualidade dos bens de capital disponíveis. A idade média do estoque de capital foi calculada como:

$$AM_t^i = \left(\sum_{m=a-\theta+1+j} (\theta - j) IB_m^i \right) / EB_t^i \quad j = 0, 1, \dots, (\theta-1) \quad (6)$$

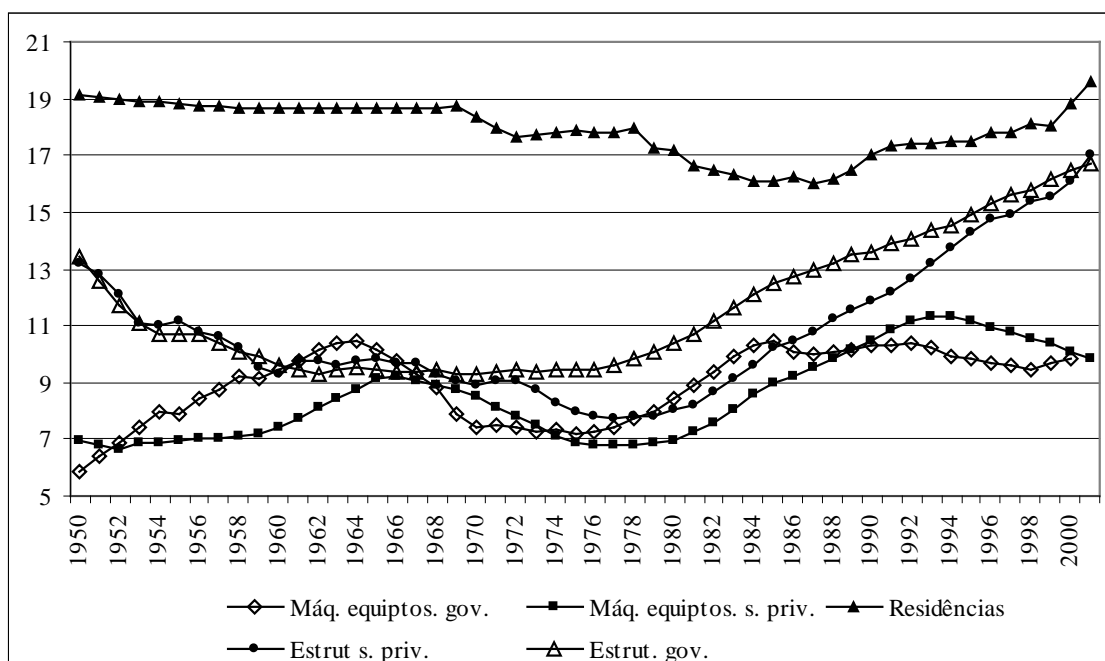
sendo, AM a idade média do estoque de capital fixo, θ a vida útil média estimada do ativo i , IB o investimento bruto e EB o estoque bruto do ativo i em t .

Como se pode ver pelo Gráfico 5, a idade média do estoque de máquinas e equipamentos teve redução significativa na década de 70 e crescimento acentuado a partir do final dos anos 70 até início dos anos 80, para o estoque do governo, e até 1994, para o estoque do setor privado. A partir de então, ambos apresentam queda, sendo esta mais acentuada com relação à idade média de máquinas e equipamentos do setor privado, beneficiado certamente pela abertura do mercado, com maior facilidade de importação, e pela melhoria do câmbio nos primeiros anos de estabilização do plano real.

Em relação ao estoque de construções, a idade média também apresenta queda na primeira metade da década de 70 – menos acentuada, porém, que a de máquinas e equipamentos – mas, a partir daí, apresenta crescimento continuado. É interessante notar que a idade média das estruturas cresceu mais fortemente que a de residências, tradicionalmente superior em toda a série, e, no final da série, as idades médias dos estoques se aproximam. Isso seria decorrência de uma redução do investimento em estruturas mais acentuada que a do investimento em residências, principalmente a partir da metade da década de 80.

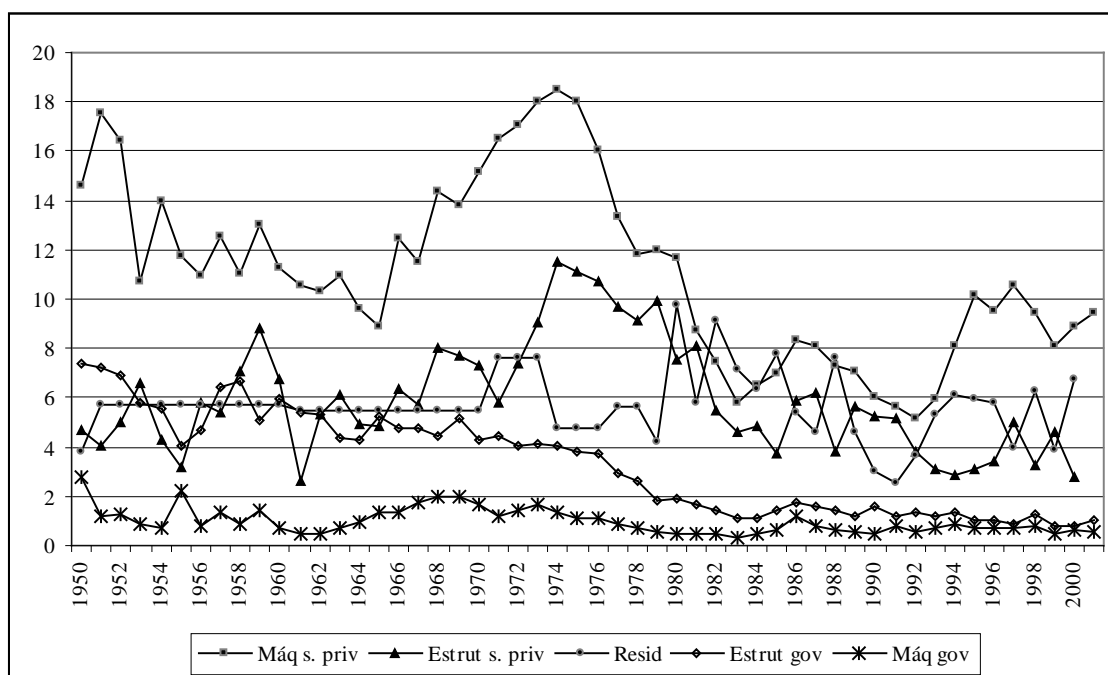
De forma geral pode-se afirmar que a estabilização da economia e a abertura comercial tiveram maior influência na renovação de máquinas e equipamentos. O resultado parece coerente com o fato de a expansão econômica brasileira na década de 90 ter sido muito baixa, de um lado, o que não beneficiou a renovação do parque industrial, mas adaptações e melhorias que permitiram às empresas manterem-se competitivas interna e externamente.

Gráfico 5: Idade média do estoque de capital fixo, 1950-2000



A relação investimento bruto/estoque líquido de capital fixo mostra quanto o investimento bruto contribui para o crescimento do estoque (gráfico 6), podendo ser analisada como uma medida da potencialidade de crescimento do estoque de capital. As séries apresentam tendência decrescente, principalmente a partir da década de 70 até 1992, o que pode ocorrer tanto pelo aumento do valor do estoque líquido, quanto pela redução do investimento.

Gráfico 6: Investimento bruto / estoque líquido de capital, 1950-2000 (%)



Analisando-se os dados da economia como um todo, pode-se distinguir três períodos. O primeiro, de 1950 à metade da década de 60, com flutuações e tendência de decrescimento da relação investimento bruto sobre o estoque líquido. De forma geral, o investimento em máquinas e equipamentos apresenta flutuações maiores que construções. A taxa de investimento total sobre o estoque líquido cai de 49,3% em 1950, para 39,8 % em 1964, sendo que atinge 52,7% em 1951 e 53% em 1959.

No segundo período, 1965-1974, a proporção do investimento bruto total sobre o estoque líquido apresenta crescimento praticamente continuado, atingindo o auge, em 1973, com 61,3%. A partir daí, a relação investimento bruto/estoque líquido apresenta tendência decrescente chegando a 30,2% em 2000, tendo atingido 23,3% em 1992. Novamente, as maiores flutuações ocorrem na série de investimento em máquinas e equipamentos, que salta de uma proporção de 10,3% em 1965 para 19,8% em 1974, caindo para 9,6% em 2000, tendo, no entanto, atingido 5,7% em 1992. Na década de 90, a relação formação bruta em máquinas e equipamentos sobre estoque líquido total apresenta um movimento de crescimento significativo entre 1992 e 1997 (11,2%), decrescendo a partir daí.

No cômputo geral, apesar do menor valor absoluto comparativamente ao investimento em construções, pode-se afirmar que o investimento em máquinas e equipamentos é mais eficaz para o crescimento do estoque porque representa proporção maior deste.

A relação investimento bruto sobre estoque líquido do setor privado apresenta grande semelhança com os valores da economia como um todo, decorrência certamente de sua maior participação no investimento bruto total e, portanto, no estoque líquido. O estoque do setor privado – que inclui o estoque das estatais – representa mais de 80% do estoque líquido total.

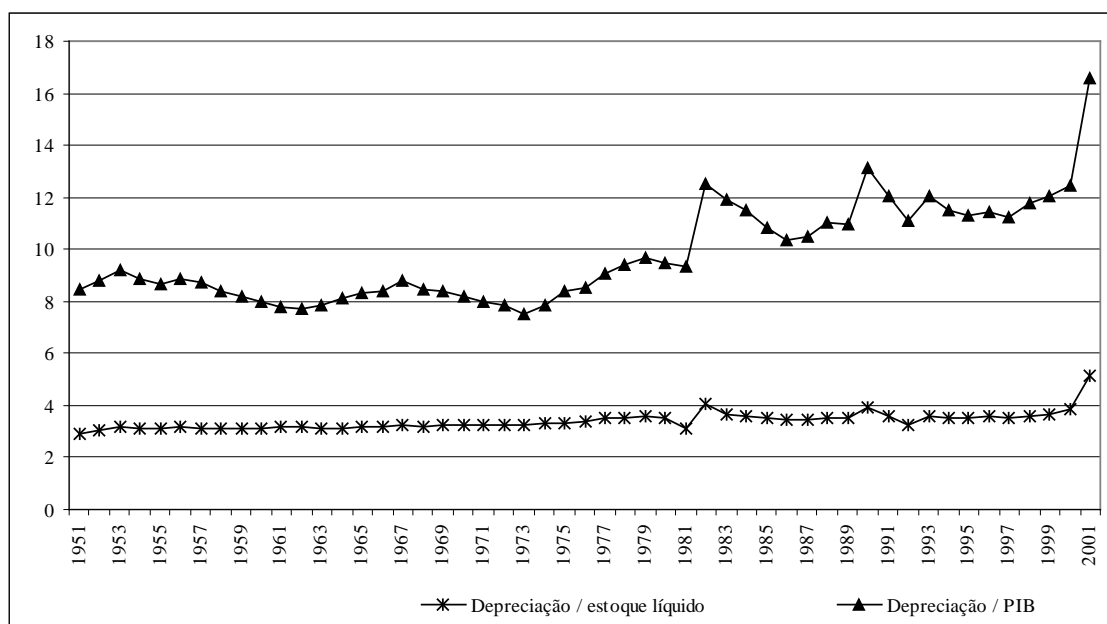
Com base nas estimativas de estoque líquido é possível estimar a depreciação ou o consumo de capital, que equivale à diferença entre o investimento bruto e o investimento líquido:

$$D_t^i = IB_t^i - (ELKF_t^i - ELKF_{t-1}^i) \quad (5)$$

O gráfico 7 mostra a taxa de depreciação em percentagem do estoque líquido total e do PIB, respectivamente. A taxa de depreciação em relação ao PIB apresenta dois períodos distintos. O primeiro se estende até o início dos anos 70 e apresenta tendência de decrescimento; o segundo, de 1972 a 2001, apresenta tendência de crescimento.

A função de depreciação utilizada no cálculo do estoque de capital – função geométrica –, gera uma depreciação maior nos primeiros anos imediatamente após a realização do investimento. Como resultado, a taxa de depreciação da economia é relativamente maior nos anos posteriores a períodos de expansão do investimento. Esse fato fica visível no gráfico, que mostra taxas de depreciação maiores no início da década de 80 (pós “milagre” brasileiro)²⁵.

Gráfico 7: Taxa de depreciação, 1950-2001



O gráfico 8 mostra a relação capital/produto para a economia brasileira de 1950 a 2001. Esta relação indica o montante de capital necessário para se gerar uma unidade de produto e equivale ao inverso da produtividade do capital. A linha de tendência linear²⁶ mostra um aumento da produtividade no período 1970-1981 e 1986-1987; e redução no período 1983-1984, 1991-1994 e 1998-1999.

De modo geral, a relação capital/produto mantém-se estável. O valor médio nas duas primeiras décadas é de 2,68; nos anos 70 fica em 2,51; na década de 80 salta para 3,06 e nos anos 90 sobe ainda mais, chegando a 3,30. Mas, se analisarmos apenas o período 1995/2000, pós-estabilização, essa média cai um pouco (3,23). A média para todo o período é de 2,86.

A relação capital/produto apresentou as maiores taxas de crescimento em 1963, 1975, 1981, 1983 e 1990; e as maiores quedas em 1955, 1958, 1961 e 1985.

As hipóteses para o aumento da relação capital-produto mais comumente citadas são: i) aumento dos preços relativos dos bens de capital; ii) crescimento da importância do capital como fonte de expansão do produto potencial; iii) alterações na composição do investimento; iv) crescimento com baixo nível de capacidade ociosa; v) elevadas barreiras protecionistas que

²⁵ Em relação à diferença entre os dois gráficos, a taxa de depreciação é maior quando calculada em relação ao PIB somente por diferença de escala de valor entre PIB e estoque líquido. O valor médio da taxa de depreciação, como percentagem do estoque líquido total é de 3,5%, enquanto que em relação ao PIB é de 9,9%.

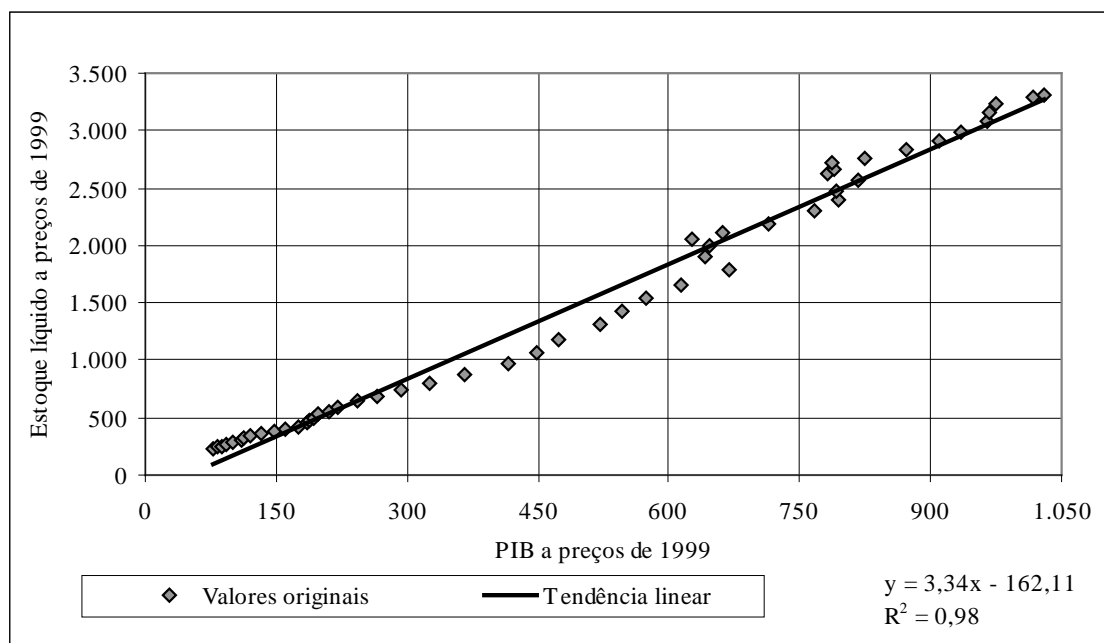
²⁶ A função ajustada da linha de tendência é dada por $y = 3,34x - 162,1$ e $R^2 = 0,98$.

encareceram os investimentos em máquinas e equipamentos até o final dos anos 80. Por outro lado, a redução pode ser explicada por: i) redução dos custos de equipamentos importados, resultante do processo de abertura e valorização cambial, principalmente nos primeiros anos do Plano Real; ii) crescimento com maior nível de capacidade ociosa; e iii) queda do preço relativo dos bens de capital (Pinheiro e Matesco, 1989; Reis *et alli*, 2000).

Corroborando com as hipóteses acima, o gráfico 1 (índices de preços relativos) mostra que os maiores aumentos de preços relativos dos bens de capital ocorreram em 1961 a 1964, 1980 a 1985 e 1987 a 1990, anos também dos maiores crescimentos da relação capital/produto.

Outra hipótese levantada em Pinheiro e Matesco (*op. cit.*) é que é provável que o aumento da participação da construção civil em detrimento de máquinas e equipamentos na composição da formação bruta de capital fixo gere redução na qualidade do investimento e provoque aumento da relação capital-produto. Analisando a tabela 2, a participação do investimento em construção civil aumenta entre 1985 e 2001 em detrimento da participação de máquinas e equipamentos.

Gráfico 8: Relação capital-produto: Brasil, 1950-2001



A tabela 4, abaixo, apresenta a relação capital-produto média, por período, estimada nesse trabalho, comparada à de outros trabalhos²⁷. Como se pode ver, as estimativas são bem próximas, apesar das diferenças de metodologia (Hofman utiliza função de depreciação linear).

Dada a relação capital/produto estimada para o Brasil de 3,23 (média de 1995-2001) e com uma previsão de crescimento do PIB brasileiro de **1,8 %** em 2003²⁸, seria necessário que o estoque líquido de capital fixo crescesse **5,6 %** para que o crescimento previsto se efetivasse. Isso equivale a um crescimento do investimento bruto da ordem de **9 %** (supondo uma taxa média de depreciação de **3,9 %**).

Tabela 5: Relação capital-produto diversos países, 1950-2000

País	1950	1973	1980	1994	1970/1975	1975/1980	1980/1985	1985/1990	1990/1995	1995/2000
Argentina	3,6	3,5	4,1	4,3						
Brasil (IPEA)	2,8	2,3	2,7	3,2	2,4	2,6	3,1	3,1	3,3	3,2
Brasil (Hofman)	1,4	1,9	2,4	3,3						
Chile	3,6	3,9	3,6	3,2						
Colômbia	2,9	2,4	2,4	2,6						
Equador	1,9	2,2	2,3	2,5						
México	1,7	2,4	2,6	3,6						
Venezuela	2,8	3,0	3,8	4,3						
Austrália					3,7	3,9	4,1	4,0		
Bélgica					3,3	3,6	3,8	3,8		
Canadá					4,0	4,1	4,4	4,5		
Dinamarca					5,7	5,9	5,9	5,7		
Finlândia					5,4	5,9	5,9	5,9		
França					2,9	3,0	3,1	3,1		
Itália					3,7	3,7	3,8	3,9		
Japão					1,9	2,4	2,8	3,0		
Holanda					3,6	3,6	3,8	3,7		
Noruega					4,5	4,8	5,1	5,3		
Espanha					2,8	3,0	3,3	3,2		
Suécia					4,2	4,4	4,5	4,5		
Reino Unido					3,1	3,3	3,5	3,4		
EUA					3,5	3,6	3,8	3,6		
Alemanha Oc.					3,6	3,8	4,0	4,0		

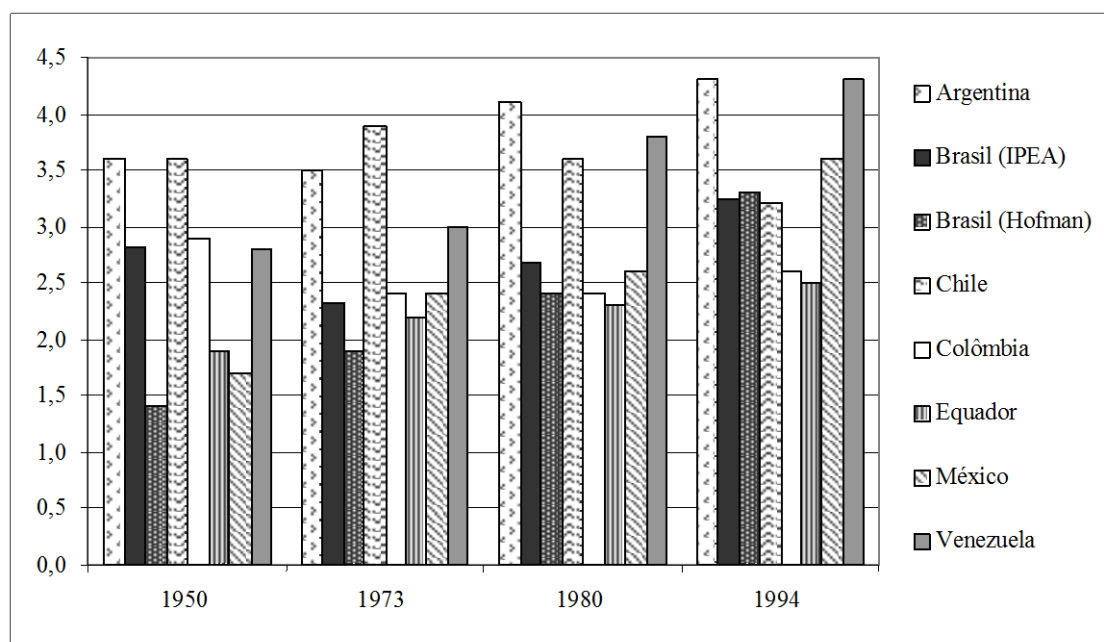
Fonte: 1) Países da América Latina: HOFMAN, A. A. Standardized capital stock estimates in Latin américa: a 1950-94 update. **Cambridge Journal of Economics**, 2000, 24, jan, p. 45-86. 2) Países restantes: MAS, M.; PÉREZ, F.; URIEL, E. Estimation of stock of capital in Spain. **Review of Income and Wealth**, 2000, Series 46, N. 1, mar., p. 103-116.

²⁷ As estimativas para Europa, Ásia e América do Norte são de Mas; Perez e Uriel (2000) e para os países da América Latina são de Hofman (2000).

²⁸ Previsão de crescimento pelo último Boletim de Conjuntura do IPEA em agosto de 2002.

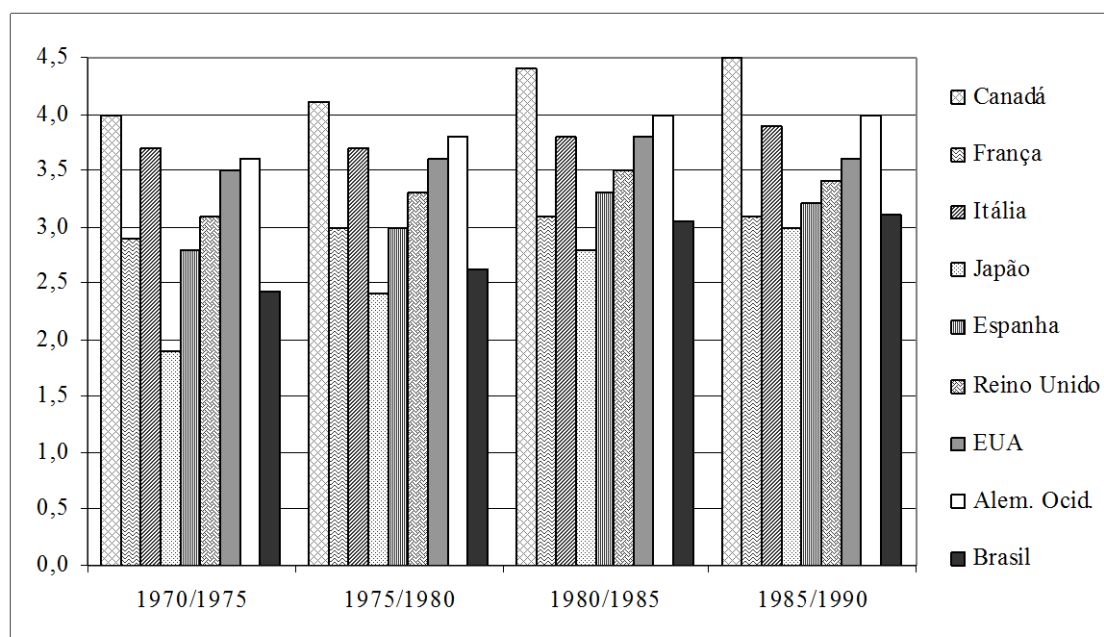
Comparando-se os valores médios de 1970-200 (gráfico 9), o Brasil, como a maioria dos países analisados na tabela, apresenta uma relação capital / produto crescente até a metade da década de 80 e, a partir daí apresenta crescimento modesto ou estabilidade.

Gráfico 9: Relação capital-produto, vários países da América Latina, 1950-1994



Porém, ao se comparar valores pontuais para o Brasil e alguns países da América Latina no período 1950-1994, o resultado é um pouco diverso. Percebe-se que os valores de 1950 soa maiores que os de 1973 e há tendência de crescimento entre 1973 e 1994 (gráfico 10).

Gráfico 10: Relação capital-produto: diversos países, 1970-1990



5 – Conclusão

Apesar das críticas, o método do estoque perpétuo para a estimação do estoque de capital fixo ainda é o mais utilizado e mais acessível, principalmente para países que, como o Brasil, têm carência de dados primários. Não só isso, mesmo países em que a base de dados é significativamente maior, como é o caso dos EUA, o estoque de capital também é estimado pelo MEP.

Uma das principais críticas ao MEP diz respeito ao fato de esse método acumular capital no tempo a partir de seu preço histórico e não de seu preço de mercado. Esse fato tem relevância principalmente quando se analisa a evolução da produtividade do capital. Investimentos realizados ao longo da vida útil da máquina ou estrutura, não apenas ampliam sua vida útil como também podem trazer melhorias de produtividade do capital que podem ser, por vezes, significativas. E isso não está refletido no estoque de capital calculado a partir do MEP. Mas, por outro lado, ainda não foi lançado um método capaz de estimar eficazmente tal expansão da

produtividade. Como comentado no início do texto, mesmo os métodos de mensuração direta do estoque podem não ser confiáveis, tanto porque existem algumas dificuldades de mensuração que não são transponíveis, como por exemplo no caso de a empresa declarar uma depreciação mais rápida (ou mais lenta) que a efetiva (no caso de dados do imposto de renda) por razões próprias, quanto porque a melhoria de produtividade do ativo de capital só se torna aparente no preço de mercado, que só é visível quando este é negociado.

Outra crítica freqüente à metodologia é em relação ao fato dela estabelecer uma vida útil média para o ativo e mantê-la durante todo o período de estimação. Como citado no início, trabalhos mais recentes (Fraumeni, 1997; Katz e Herman, 1997) mostraram que, na estimação do estoque é mais razoável supor que a vida útil média seja constante, mesmo considerando-se que em alguns setores a vida útil tem tido tendência a se reduzir ao longo do tempo, como ocorre no setor de máquinas e equipamentos, sendo que casos clássicos estão no setor de eletroeletrônicos.

As melhorias na metodologia provêm de trabalhos empíricos que demonstram que o MEP não está tão distante da realidade como querem seus críticos, ao confirmar ser razoável a utilização de uma vida útil constante para um dado período de estimação de estoque; ao mostrar que mesmo as medições diretas têm problemas que são difíceis de se mensurar; e ao indicar a adoção de funções de depreciação do tipo geométrico, resultante de pesquisas com base em preços de bens de capital usados.

O trabalho de Feu (2001) estima que, na média, os países que apresentaram maior relação capital/produto foram os que tiveram as menores taxas de crescimento. No caso do Brasil, os dados mostram tendência decrescente entre 1992 e 2001. Pode-se concluir daí que as políticas adotadas no período tiveram efeito positivo em relação à razão capital-produto, possibilitando um crescimento com menor esforço que no período imediatamente anterior. A exceção fica por conta dos anos de 1998 e 1999, nos quais o Brasil sofreu as consequências de crises externas (1998) e desvalorização de sua moeda (1999).

Bibliografia

- ABREU, M. P. A dívida pública externa do Brasil, 1824-1931. **Texto para Discussão**, 1983, N. 83, PUC-RJ.
- ABREU, M. P. (org.). **A ordem do progresso – Cem anos de política econômica republicana 1889-1989**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992.
- ABREU, M.; VERNER, D. **Long-term Brazilian economic growth – 1930-94**. OECD: Development Center Studies, 1997.
- BALL e WHITZKER 1993
- FEU, Aumara. Evolução da razão capital/produto no Brasil e nos países da OCDE. **Seminários DIMAC/IPEA**, 2001, setembro.
- FGV. Contas Nacionais do Brasil - Atualização (1947-1970). **Conjuntura Econômica**, 1971, 25, setembro, p. 91-115.
- FGV. 25 Anos de economia brasileira. **Conjuntura Econômica**, 1972, 26, novembro.
- FGV. **Contas Nacionais do Brasil: conceitos e metodologia**, 1972, IBRE / Centro de Contas Nacionais.
- FRAUMENI, B. M. The measurement of depreciation in the US national income and product accounts. **Bureau of Economic Analysis – Survey of Current Business**, 1997, july.
- GOLDSMITH, R. W. A perpetual inventory of national wealth. **Studies in income and Wealth**, NY: NBER, 1951, V. 14.
- HOFMAN, A. A. Capital accumulation in Latin America: a six-country comparison for 1950-89. **Review of Income and Wealth**. 1992, Series 38, N. 4, dec., p. 365-401.
- _____. Standardized capital stock estimates in Latin America: a 1950-94 update. **Cambridge Journal of Economics**. 2000, N. 24, jan., p. 45-86.
- HULTEN, C. R.; WYKOFF, F. C. The measurement of economic depreciation. In HULTEN, C. R. **Depreciation, inflation, and the taxation of income from capital**, 1981, Washington, D. C.: The Urban Institute Press, p. 81-125.
- IBGE. Brasil – Sistema de Contas Nacionais consolidadas. **Texto para Discussão**, 1989, N. 17, agosto. Diretoria de Pesquisas.
- IBGE. **Estatísticas históricas do Brasil – Séries econômicas, demográficas e sociais 1550 a 1988**. 1990.
- IBGE. **Sistema de Contas Nacionais – Brasil**. 2000.
- KATZ, A. J. & S. W. HERMAN. Improved estimates of fixed reproducible tangible wealth 1929-95. **Bureau of Economic Analysis – Survey of Current Business**, 1997, may.
- LANDEFELD, Steven; PARKER, Robert P. BEA's chain indexes, time series, and measures of long-term economic growth. **Bureau of Economic Analysis – Survey of Current Business**, 1997, may.
- MALAN, P. S. *et alli*. **Política Externa e industrialização no Brasil (1939/52)**. IPEA/INPES, 1977, Coleção Relatórios de Pesquisa.
- MARQUETTI, Adalmir A. Estimativa do estoque de riqueza tangível no Brasil, 1950-1998. **Nova Economia**, 2000, v. 10 (2), dez., p. 11-37.

MAS, Matilde; PÉREZ, Francisco; URIEL, Ezequiel. Estimation of the stock of capital in Spain. **Review of Income and Wealth**, 2000, Series 46, N. 1, mar., p. 103-116.

MILLER, Edward. Can a perpetual inventory capital stock be used for production function parameter estimation? **Review of Income and Wealth**, Series 36, N. 1, mar, 1990, p. 67-82.

MORANDI, Lucilene. Estoque de riqueza e a poupança do setor privado no Brasil, 1970/95. **Texto para Discussão**, 1997, N. 572, IPEA/RJ.

NAKAMURA, L. What is the US gross investment in intangibles? (at least) One trillion dollars a year! **Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper**, 2001, N. 01-15.

OECD. **Methods used by OECD countries to measure stocks of fixed capital**. 1992, dec.

PINHEIRO, Armando Castelar; MATESCO, Virene. Relação capital/produto incremental: estimativas para o período 1948/87. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, 1989, V. 19, N. 3, dezembro, p. 597-612.

REIS, E. J. 2003.

REIS, Eustáquio J. *et. alli*. Tendência da relação capital/produto na economia brasileira. **Nota Técnica – Boletim Conjuntural**, 2000, N. 51, outubro.

SUZIGAN, W. **A indústria brasileira – origem e desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1986.

_____. A indústria brasileira após uma década de estagnação: questões para política industrial. **Texto para Discussão**, 1992, IE/UNICAMP, N. 5, fevereiro.

TENGBLAD, Ake; WESTERLUND, Nana. Capital stock and capital consumption estimates by industries in the Swedish National Accounts. **The Review of Income and Wealth**, 1976, Series 22 (4), December, pp. 331-344.

THOMAS, 1979

TRIPLETT, Jack E. Depreciation in production analysis and in income and wealth accounts: resolution of an old debate. **Economic Inquiry**, 1996, vol. XXXIV, January, p. 93-115.

VILLELA, A. V.; SUZIGAN, W. **Política do governo e crescimento da economia brasileira – 1889-1945**. IPEA/INPES, 1973.

WARD, M. **The measurement of capital – The methodology of capital stock estimates in OECD countries**. OECD: The Organization for Economic co-operation and Development, 1976.

WHELAN, Karl. **A guide to the use of chain aggregated NIPA data**. Division of Research and Statistics – Federal Reserve Board, 2000, june.

YOUNG, Allan H.; MUSGRAVE, John C. Estimation of capital stock in the United States. In: USHER, Dan (ed.). **The measurement of capital**. Chicago: The Univ. of Chicago Press, 1980, cap. 1, p. 23-82.