

**Aluno: George Albert Wogel Cambraia**

**Orientadora: Andrea FelipeCabello**

# **INVESTIMENTO PÚBLICO EM INFRAESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL**

**Brasília, 2014**

## Introdução

Nas últimas décadas o Brasil tem crescido muito pouco e isto se deve, principalmente, à falta de investimentos privados no país. Um dos fatores que geram esta escassez de investimentos privados é a precariedade de nossa infraestrutura, pois o agente privado só investe se tiver expectativa de lucro e como a infraestrutura gera custos elevados para ele, isso desestimula o investimento privado. Baixas taxas de investimento tende a tornar a capacidade produtiva praticamente inalterada, o que dificulta o crescimento, pois não é possível crescer acima da capacidade produtiva de forma sustentada.

Nesse sentido é possível aumentar a taxa de crescimento do país investindo em infraestrutura, apesar destes investimentos serem muito baixos no Brasil (em torno de 2% do PIB). O presente trabalho estuda a relação entre o gasto em infraestrutura e o crescimento econômico chamando a atenção para a baixa qualidade da infraestrutura no Brasil, e a escassez desses investimentos no país, bem como o dever do estado de investir neste setor, devido a elevados custos que a iniciativa privada enfrenta para investir no setor.

O presente trabalho dá ênfase à infraestrutura de transportes, devido ao seu efeito sobre o crescimento e ao fato que parte das diferenças entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos ou em desenvolvimento é devido à qualidade da infraestrutura de transportes (Macêdo *et al*, 2010). Além disso, a infraestrutura desse setor no Brasil é muito precária, o que gera custos de transporte para as empresas. Além disso, os investimentos neste setor são baixos, o que tende a levar a essa situação continuar como está, e a maior parte dos recursos são voltados para o modal rodoviário, que é o modal mais custoso para transportar cargas.

Para resolver esta situação, o governo recentemente lançou programas para melhorar o investimento em infraestrutura e assim a sua qualidade (PAC1 e PAC2), e um programa para aumentar o investimento na infraestrutura de transportes (PNLT). Porém, o governo não obteve êxito, se for levar em consideração o auge dos investimentos com a implementação do PAC (2008 a

2010), o investimento em infraestrutura cresceu apenas 0,6% com o PAC (estadão, 18/07/2011).

O presente trabalho está dividido da seguinte forma: o capítulo 1, descreve os modelos básicos de crescimento (Harrod-Domar, Solow, Romer e AK); o Capítulo 2 mostra a relação entre infraestrutura e PIB, mostrando que o nível de infraestrutura no Brasil é baixa e comenta brevemente a relação entre gasto em infraestrutura e gasto corrente, apontando os altos gasto corrente como um possível motivo para os baixos investimentos em infraestrutura; O capítulo 3 fala sobre infraestrutura de transportes mostrando os principais planos de infraestrutura e infraestrutura de transportes a partir do Plano de Metas (PM), do governo JK e mostra que os planos feitos recentemente (PPP's, PAC1, PAC2 e PNLT) não foram bem sucedidos; e as considerações finais, concluem o trabalho.

# CAPÍTULO 1: OS PRINCIPAIS MODELOS DE CRESCIMENTO

Antes de falar sobre o crescimento do Brasil é importante conhecer um pouco dos principais modelos de crescimento para saber as condições necessárias para que ocorra crescimento sobre a visão destas diferentes teorias. Quatro modelos de crescimento serão apresentados no presente trabalho: o Modelo de Harrod-Domar; o Modelo de Solow-Swan (versão de Solow); o Modelo de Crescimento Endógeno de Homer e o Modelo AK.

## 1.1 Modelo de Harrod-Domar

O modelo de Harrod-Domar é um modelo Keynesiano que foi desenvolvido pelos economistas Harrod e Domar em dois artigos independentes, mas que possuem ideias semelhantes. Portanto, há duas versões do modelo: a de Harrod e a de Domar.

O modelo de Harrod será apresentado em sua versão mais simples, conforme Hywel Jones (1979). A abordagem de Harrod é keynesiana e ele se concentra nas condições necessária para que haja equilíbrio entre poupança e investimento em uma economia dinâmica.

O seu modelo é agregativo, o que torna tentador pensar em seu modelo como tendo apenas um produto que é produzido na economia, porém ao se fazer isso deturpa-se alguns dos resultados centrais do modelo. Um modo de evitar o problema de agregação é assumir que os preços relativos são constantes, o que permite somar o volume monetário (preço x quantidade) dos diferentes bens e serviços e se chegar a um único valor.

O modelo possui algumas hipóteses que serão esboçadas a seguir: A poupança é uma função proporcional da renda e é dada por  $S = sY$ , em que  $s$  é a proporção média e marginal a poupar; A força de trabalho,  $L$ , cresce a uma taxa exógena  $n$  e a função é dada por  $L'/L = n$ , sendo  $L'$  a derivada de  $L$  com relação ao tempo; Não há progresso técnico e nem depreciação, o que não é uma hipótese crucial ao modelo, serve apenas para simplificar o modelo; A função de produção é de proporções fixas e é dada por

$$Y = \min [K/v, L/u] \quad (1.1.1)$$

sendo K o capital, u o trabalho requerido para o produto total, L/Y, e v a razão do estoque de capital pelo fluxo de produto, K/Y.

Da última hipótese apresentada (função de produção com proporções fixas) temos:

$$K = vY$$

porém Harrod estava preocupado com a relação capital-produto marginal, ou seja, o incremento do produto gerado por um incremento no capital. Assim temos:

$$K' = vY' \quad (1.1.2)$$

em que K' e Y' são as derivadas do capital e do produto com relação ao tempo. Estamos supondo aqui que a relação capital produto, K/Y, é igual a relação capital produto marginal, K'/Y'.

No modelo de Harrod há dois conceitos distintos da relação capital-produto: o aumento efetivo estoque de capital dividido pelo aumento efetivo de produto, que será chamado de v; e o aumento do estoque de capital associado ao aumento do produto que é requerido pelos empresários, que será chamado de  $v_r$ .

Usando a hipótese de que o capital não se deprecia, o incremento do estoque de capital é igual ao investimento agregado, I. Assim temos:

$$I = vY' \quad (1.1.3)$$

esta equação foi chamada pela literatura de “acelerador”.

Da macroeconomia, temos:

$$S = I$$

isto é, a poupança planejada é igual ao investimento planejado. O que, no modelo de Harrod, implica:

$$\begin{aligned}vY' &= sY \\ Y'/Y &= s/v \quad (1.1.4)\end{aligned}$$

em que  $Y'/Y$  é a taxa de crescimento do produto. Esta equação é chamada pela literatura de “Equação Fundamental de Harrod”.

Para achar a taxa de crescimento do estoque de capital, fazemos:

$$\begin{aligned}K' &= S \\ K' &= sY \\ K' &= (s/v)K \\ K'/K &= s/v \quad (1.1.5)\end{aligned}$$

A “equação fundamental de Harrod” (1.1.4) pode ser interpretada de duas maneiras, dependendo de qual concepção da relação capital-produto é utilizada. Partindo da equação (1.1.4) temos:

$$(Y'/Y)v = s \quad (1.1.6)$$

considerando a relação como  $v$ , ou seja, como a razão da verdadeira taxa de variação do estoque de capital pela verdadeira taxa de variação do produto, a equação (1.1.6) pode ser reescrita como:

$$(Y'/Y) (I/Y') = s = S/Y$$

cancelando os  $Y'$ , chega-se a equação macroeconômica  $I = S$  expost. Usando  $G_A$  para a verdadeira taxa de crescimento da renda nacional, temos:

$$G_A = s/v \quad (1.1.7)$$

Considerando a relação capital-produto como  $v_r$ , ou seja, a variação do estoque de capital que é requerida pelos empresários conhecido a variação do produto, podemos escrever:

$$Y'/Y = s/v_r$$

$$G_w = s/v_r \quad (1.1.8)$$

em que  $G_w$  é a taxa “garantida” de crescimento, que é a taxa desejada pelos empresários.

As equações (1.1.7) e (1.1.8) implicam que:

$$G_{AV} = s = G_w v_r \quad (1.1.9)$$

Se a verdadeira taxa de crescimento,  $G_A$ , é igual a taxa de crescimento desejada pelos empresários,  $G_w$ , a verdadeira relação capital produto marginal,  $v$ , é igual a relação capital produto marginal desejada pelos empresários,  $v_r$ . Isto leva a uma situação de crescimento equilibrado, pois caso a economia cresça à taxa garantida, não haverá nenhum motivo para os empresários quererem aumentar ou diminuir a taxa de crescimento do produto.

No entanto, não há nenhuma razão para esperarmos que a economia cresça à taxa garantida, que é uma condição necessária para que ocorra crescimento equilibrado, pois a taxa verdadeira de crescimento é resultado de expectativas, decisões e erros de um número grande de agentes econômicos. Além disso a taxa efetiva de crescimento não pode exceder permanentemente a taxa de crescimento da população, pois a relação trabalho-produto é tomada constante. Assim,

$$G_A \leq L'/L = n$$

$$G_A \leq L'/L = G_n$$

sendo  $G_n$  a taxa de crescimento “natural”, lembrando que natural aqui, não está no sentido de que “naturalmente acontece na economia”, mas sim no sentido “biológico” da palavra. Para economia crescer no pleno emprego ao longo do tempo é necessário que  $G_A = n$ , mas vimos que para haver crescimento

equilibrado é necessário  $G_A = G_w$ . Portanto, crescimento equilibrado e equilíbrio com pleno emprego implicam que,

$$G_A = G_w = G_n \quad (1.1.10)$$

Esta situação foi chamada por Joan Robinson de “a Idade Dourada”, indicando que é improvável de ser atingido. Então o modelo de Harrod permite crescimento estável com pleno emprego, mas não há nenhuma razão para acreditar que isso irá acontecer. Apenas um “feliz acidente” gera esta situação, ou seja, não há nenhum mecanismo que garanta o atingimento da Idade Dourada. Isso ficou conhecido na literatura como o “Primeiro Problema de Harrod”. É importante ressaltar que “problema” não quer dizer um “erro do modelo”, mas sim obstáculo ao crescimento.

Além disso, no modelo do Harrod, a taxa garantida de crescimento,  $G_w$ , é instável, no sentido de que divergências desta em relação a taxa garantida de crescimento,  $G_A$ , não apenas não se corrigem como produzem divergências ainda maiores, ou seja,  $G_A$  e  $G_w$  tendem a se afastar. O argumento de Harrod se baseia na equação (1.1.9). Esta equação implica que  $G_A$  e  $G_w$  vão se igualar, se e somente se,  $v = v_r$ . Se  $G_A$  exceder  $G_w$ ,  $v_r$  vai exceder  $v$  e os empresários vão achar que o estoque de capital que realmente ocorreu foi menor do que o requerido por eles e vão investir mais, distanciando ainda mais a taxa verdadeira de crescimento da taxa garantida e aumentando a diferença entre o estoque verdadeiro de capital e o desejado. Se  $G_A < G_w$ ,  $v > v_r$  e os empresários vão investir menos e assim distanciar ainda mais  $G_A$  de  $G_w$  e  $v$  de  $v_r$ . Isto ficou conhecido como o “Segundo Problema de Harrod” ou o “Problema da estabilidade de Harrod”.

Por último, é importante fazer uma análise de estática comparativa, ou seja, o que ocorre caso haja uma alteração nos parâmetros do modelo. Será analisada a mudança da taxa de poupança,  $s$ , mas é importante lembrar que o efeito desta alteração, no modelo de Harrod, depende da situação em que a economia se encontra. Se inicialmente a economia estiver em uma situação em que  $G_w < G_A$ , um aumento de  $s$  irá aumentar  $G_A$  e  $G_w$ . Porém, se a economia estiver em uma situação de pleno emprego ( $G_A = G_w = G_n$ ), um aumento de  $s$

irá aumentar  $G_w$ , fazendo  $G_w > G_n$ , o que leva a  $G_A < G_w$ , pois  $G_A \leq G_n$ , isso implicará que  $v > v_r$ , o que leva a uma queda no investimento e em  $G_A$ .

O modelo de Domar é um modelo keynesiano, assim como o de Harrod, e como tal a economia não necessariamente converge para o pleno emprego no longo prazo. Os objetivos de Domar (1947) é descobrir as condições necessárias para a manutenção do pleno emprego ao longo do tempo, ou seja, o aumento da capacidade produtiva e da renda real que leva ao crescimento com pleno emprego. A ideia de Domar é que um nível de renda correspondente ao pleno emprego é mantido com o passar do tempo, mas esta renda não necessariamente será a renda de pleno emprego em um momento posterior, pois a capacidade produtiva pode aumentar com o tempo e esse aumento é desejável na economia

Domar faz algumas hipóteses para desenvolver o modelo. Algumas delas são: os eventos ocorrem simultaneamente em qualquer instante de tempo; a renda, o investimento e a poupança estão no sentido líquido, ou seja, não há depreciação; a propensão marginal a poupar é constante ao longo do tempo. Essas hipóteses não são essenciais ao modelo, servem apenas para facilitá-lo.

A abordagem de Domar enfatiza a natureza dual do investimento. O investimento aumenta o nível de renda verdadeiro, via multiplicador keynesiano (demanda). E o investimento aumenta o nível máximo potencial de renda (oferta). O modelo de Domar consiste nas condições necessária para que haja a igualdade do lado da demanda com o da oferta. Mas primeiro, há um conceito importante a ser mencionado, o  $\sigma$ . Em termos matemáticos o  $\sigma$  é definido por:

$$\sigma = Y'_/I \quad (1.1.11)$$

em que  $Y_$  é a renda potencial, sendo  $Y'_$  a mudança da renda potencial com o passar do tempo, ou seja, a derivada de  $Y_$  com relação ao tempo.  $I$  é o fluxo de investimento. E  $\sigma$  é chamado de “produtividade potencial média do investimento”, isto é, a taxa de variação da capacidade produtiva da economia como uma todo associado a um nível de investimento.

De (1.1.11), temos:

$$Y_{-}' = \sigma I \quad (1.1.12)$$

que é o lado da oferta da economia. O nível de renda verdadeiro é definido por:

$$Y = (1/s)I$$

em que  $Y$  é o nível verdadeiro de renda e  $s$  é a propensão marginal a poupar. Em termos de taxa de mudança, esta equação fica:

$$Y' = (1/s)I' \quad (1.1.13)$$

Em que  $I'$  é a derivada do investimento com relação ao tempo. Este é o lado da demanda na economia.

O propósito de Domar é descobrir a taxa de crescimento do investimento que mantém o pleno emprego, ou seja  $Y = Y_{-}$ , considerando que a economia tenha partido desse ponto. Para manter  $Y = Y_{-}$ , ambos devem crescer à mesma taxa e combinando (1.12) e (1.13), obtemos:

$$\begin{aligned} \sigma I &= (1/s) I' \\ I'/I &= \sigma s \end{aligned} \quad (1.1.14)$$

Em que  $I'/I$  é a taxa de crescimento do investimento. Por (1.1.14) percebe-se que para que a renda se mantenha igual a renda potencial ao longo do tempo, considerando que a economia tenha partido desta igualdade, é necessário que a taxa de crescimento seja igual a  $\sigma s$ . Ou seja, esta é a taxa de crescimento do investimento que mantém o pleno emprego, com o passar do tempo.

## 1.2 Modelo de Solow

O modelo de Solow ou modelo neoclássico de crescimento surge com o artigo de Solow "A Contribution to the Theory of Economic Growth" de 1956 como uma

reação ao modelo de Harrod-Domar. De acordo com Solow, na teoria econômica muitas vezes são feitas hipóteses que não são tão realistas, com o intuito de simplificá-la, mas que algumas vezes não prejudicam a base da teoria, de modo que o resultado de sua aplicação se aproxima da realidade. Segundo o Solow, no modelo Harrod-Domar há hipóteses desse tipo, porém elas podem prejudicar o modelo. A que o Solow descreve com mais ênfase é a hipótese de uma função de produção com coeficientes fixos (versão de Harrod) e que, segundo Solow, não permite a substituição entre os fatores de produção. Para Solow esta hipótese nem sempre se verifica na realidade, e força a uma situação na qual o crescimento equilibrado pode ou não ocorrer, porém, normalmente, ele não ocorre. Além disso, supondo uma situação inicial na economia de crescimento equilibrado, com uma pequena alteração, por exemplo, na expectativa dos empresários, a economia sai do “caminho” de crescimento equilibrado, situação que o Solow denominou de “fio da navalha”.

O modelo de Solow possui duas versões, a versão sem progresso técnico e a com progresso técnico. O modelo sem progresso técnico é construído a partir de duas equações, uma função de produção e uma de acumulação de capital. A função de produção descreve como o produto é gerado a partir dos insumos. Esta função considera que há apenas um único produto na economia, que pode ser o PIB, e analisa dois insumos: capital e trabalho. A função é dada por:

$$Y = F(K, L) \quad (1.2.1)$$

Em que Y é o produto, K é o capital e L é o trabalho. Vale ressaltar que essa função de produção apresenta retornos constantes de escala, sendo assim homogênea de grau 1. Ou seja, se o capital e o trabalho dobrarem o produto dobra.

A segunda equação é a de acumulação de capital e ela descreve como o capital se acumula na economia ao longo do tempo. A função é dada por:

$$K' = sF(K, L) - dK = sY - dK \quad (1.2.2)$$

em que  $K'$  é a derivada do capital com relação ao tempo,  $s$  é a taxa de poupança na economia e  $d$  é a depreciação do capital. Esta equação mostra que a acumulação de capital é igual ao montante de investimento,  $sY$ , menos a depreciação que ocorre durante o processo produtivo,  $dK$ . Vale lembrar que neste modelo a poupança é igual ao investimento e a única utilização do investimento é a acumulação de capital.

Uma hipótese importante do modelo é que a taxa de crescimento,  $n$ , da população é igual a taxa de crescimento da força de trabalho e ambas são exógenas ao modelo. Daí, o tamanho da força de trabalho em um momento no tempo qualquer, também é exógeno e é dado por:

$$L(t) = L_0 e^{nt}$$

nesta equação percebe-se que  $L'/L = n$ , sendo  $L'$  a derivada de  $L$  com relação ao tempo e, portanto,  $L'/L$  a taxa de crescimento da força de trabalho.

Nosso objetivo é analisar o crescimento da economia, sendo importante descrever esta equação em termos per capita, pois se o produto aumenta mas, a população aumenta na mesma taxa, cada indivíduo do país está com a mesma renda, e sob esta ótica o país não cresceu. Por isso, vamos descrever as equações (1.2.1) e (1.2.2) em termos per capita. Na equação (1.15), vamos dividir todos os membros por  $L$  e assim ela fica:

$$y = f(k) \quad (1.2.3)$$

sendo  $y = Y/L$ ,  $k = K/L$  o produto e o capital per capita e  $F(K, L) = f(k)$ , lembrando que  $L'/L = n$  e que a função é homogênea de grau 1, de modo que dividindo  $Y$  por  $L$  deve-se dividir  $K$  e  $L$  por  $L$ .

Lembrando, que  $k = K/L$ , temos que:

$$\log k = \log K - \log L$$

$$k'/k = K'/K - L'/L$$

sendo  $k'$  a derivada de  $k$  com relação ao tempo. Fazendo  $K' = sF(K, L) - dK$  e  $L'/L = n$ , obtemos:

$$k'/k = (sF(K, L) - dK)/K - n$$

$$k'/k = (sF(K, L)/K - n - d)$$

dividindo a fração  $(sF(K, L)/K)$  em cima e embaixo por  $L$ , obtemos:

$$k'/k = sf(k)/k - n - d$$

$$k' = k(sf(k)/k) - (n + d)k$$

$$k' = sy - (n + d)k \quad (1.2.4)$$

esta é a equação de acumulação de capital em termos per capita e mostra que a de acumulação de capital em termos per capita, é determinada pela poupança por trabalhador  $,sy$ , e pela depreciação por trabalhador, sendo que o primeiro termo aumenta  $k$  e o segundo diminui  $k$ .

Solow (1956) não definiu qual deveria ser o formato da função de produção, em seu artigo há vários exemplos de funções de produção, inclusive o caso de uma função como a de Harrod, com coeficientes fixos. Sua única exigência é que a função de produção, seja qual for, apresente retornos constantes de escala. Mas há uma função que ele enfatiza e que é comumente utilizada na literatura, sendo inclusive usada em Jones (2000), para descrever o seu modelo e essa função é a Cobb-Douglas.

A função de produção Cobb-Douglas, pode apresentar retornos constantes de escala e tem uma peculiaridade, o capital e o trabalho apresentam rendimentos marginais decrescentes para os fatores. Então, se um dos fatores aumentar isoladamente, o produto aumenta, mas o aumento é cada vez menor. A função é dada por:

$$Y = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1.2.1')$$

Sendo  $\alpha$  um parâmetro entre 0 e 1. Em termos per capita, divide-se por  $L$  e obtêm-se:

$$y = k^\alpha \quad (1.2.2')$$

a função de acumulação de capital continua a mesma e em termos per capita é dada por:

$$k' = sy - (n + d)k = sk^\alpha - (n + d)k \quad (1.2.4')$$

é importante saber que caso o primeiro termo,  $sy$ , seja maior que o segundo,  $(n + d)k$ ,  $k'$  é positivo e temos um aprofundamento do capital, se o primeiro termo for menor que o segundo, temos um alargamento do capital.

A função (1.2.2'), é crescente, mas tem concavidade para baixo, o que mostra rendimentos marginais decrescentes com relação ao capital per capita. Assim  $sy$  têm o mesmo gráfico, mas multiplicada por  $s$ , sendo assim mais côncava. O termo  $(n + d)k$  possui o gráfico de uma reta crescente. Assim ao se fazer o gráfico de  $k'$  com relação a  $k$ , têm-se a reta  $(n + d)k$  cortada pela curva  $sy$ . Os dois gráficos se cruzam quando  $sy = (n + d)k$ , isso implica que  $k' = 0$ . Esse ponto, é chamado de estado estacionário pois nele,  $k$  é constante, o que leva a  $y$  constante. Sendo esse é um equilíbrio para o qual a economia converge.

É importante analisar o que ocorre quando  $k$  é maior e quando ele é menor que o  $k$  desse ponto. Se o  $k$  da economia for menor que o  $k$  do estado estacionário,  $k^*$ , significa que a poupança por trabalhador está maior que a necessária para cobrir a depreciação e o crescimento da população. Ocorre, um aprofundamento do capital, de modo que o capital começa a aumentar e ele aumenta até o ponto em que o  $k=k^*$ . Se  $k>k^*$ , ocorre um alargamento do capital, de modo que o  $k$  da economia diminui até o ponto em que o  $k$  da economia alcança o estacionário.

Por último, é importante fazer uma análise de estática comparativa, ou seja, o que acontece caso haja uma alteração nos parâmetros do modelo. Será analisada a mudança de dois parâmetros, a taxa de poupança,  $s$ , e o crescimento da população,  $n$ . Caso haja um aumento em  $s$ , a curva  $sy$  fica menos côncava, de modo que ela cruza a curva  $(n+d)k$  em um ponto onde o capital é maior, ou seja, o  $k$  do estado estacionário aumenta e o  $k$  que antes era o estado estacionário é menor do que o  $k$  do novo estado estacionário. Desse modo, ocorre um aprofundamento do capital e o  $k$  aumenta até alcançar

o estacionário. Se  $n$  aumenta, a reta  $(n+d)k$  se torna mais inclinada, de forma que ela cruza a curva  $sy$  em um ponto em que o  $k$  é menor, o estado estacionário diminui, de modo que o  $k$  do estado estacionário se torna menor que o  $k$  efetivo da economia. Assim o  $k$  diminui até alcançar o novo estado estacionário.

Outra coisa importante é saber qual é o  $k$  do estado estacionário e o  $y$  correspondente a ele, que é o  $y$  do estado estacionário,  $y^*$ . Ou seja, deseja-se saber estas variáveis em função das outras variáveis do modelo. Para isso, partimos da equação (1.2.4'), fazendo  $k' = 0$ , pois estamos falando do estado estacionário. Assim temos:

$$sk^\alpha - (n + d)k = 0$$

$$k^* = (s / (n + d))^{1/(1-\alpha)}$$

Substituindo  $k^*$  em (1.2.2'), temos

$$y^* = (s / (n + d))^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Por estas equações percebe-se que os países que têm uma taxa de poupança alta tendem ser ricos, enquanto os países que têm uma taxa de crescimento da população alta, tendem a ser pobres. Mas, é importante notar que o aumento da taxa de poupança não afeta o crescimento de longo prazo, o crescimento do capital e do produto totais são iguais a taxa de crescimento da população, de modo que taxa de crescimento dessas variáveis per capita são iguais a 0. Ou seja, o que esse modelo nos diz é que há na economia apenas crescimentos no estado de transição, que é de um estado estacionário para outro, por exemplo, com o aumento de  $s$ , mas a economia não cresce no longo prazo.

Porém, sabemos que isso não condiz com a realidade, no longo prazo as economias têm um crescimento sustentado e equilibrado. Para resolver este problema, Solow desenvolveu um modelo com progresso técnico, que será apresentado a seguir. Para fazer isso ele acrescentou uma variável de

tecnologia A, à função de produção. Utilizando a Cobb Douglas, a função de produção fica:

$$Y = F(AL, K) = K^\alpha(AL)^{1-\alpha} \quad (1.2.5)$$

Uma hipótese importante do modelo é que o progresso técnico é exógeno. Ou seja, a tecnologia não é explicada pelo modelo e é tida como “maná que caiu do céu”. O progresso técnico é descrito por:

$$A = A_0 e^{gt}$$

$$A'/A = g$$

Em que A' é o crescimento do estoque de tecnologia ao longo do tempo e g é a taxa de progresso técnico.

A equação de acumulação de capital continua a mesma e a função de produção per capita fica:

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha}$$

É conveniente que a análise feita seja parecida com a do modelo sem progresso técnico, para isso precisamos de uma variável de estado. Para encontrar essa variável dividimos a função de produção per capita por A e obtemos:

$$y\sim = (k\sim)^\alpha \quad (1.2.6)$$

em que  $y\sim = y/A$  e  $k\sim = k/A$ . O  $y\sim$  é chamado de razão produto-tecnologia e o  $k\sim$  é chamado de razão capital-tecnologia. Fazendo,  $k\sim = K/AL$ , tirando o logaritmo e derivando, temos:

$$k'\sim/k\sim = K'/K - A'/A - L'/L$$

em que  $\dot{k}$  é a variação da razão capital-tecnologia ao longo do tempo. Combinando com a função de acumulação de capital, temos:

$$\dot{k} = sy - (n + g + d)k \quad (1.2.7)$$

Com (1.2.6) e (1.2.7) construímos um gráfico muito semelhante ao apresentado na versão sem progresso técnico. No caso teremos a curva côncava  $sy$ , que cruza com a reta crescente  $(n + g + d)k$ , em que o cruzamento é o estado estacionário em que  $\dot{k} = 0$ . Se a economia parte de um ponto em que o  $k$  é menor do que o  $k$  do estado estacionário,  $k^*$ , significa que o montante de investimento feito é maior do que o necessário para manter a relação capital-tecnologia constante, de forma que  $k$  aumenta até alcançar  $k^*$ , onde a economia cresce ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado.

O objetivo é saber o produto per capita da economia,  $y^*$ . Para isso precisamos encontrar  $k^*$  e  $y^*$ . Partimos do estado estacionário fazendo  $\dot{k} = 0$  e obtemos:

$$sy - (n + g + d)k = 0$$

$$k^* = (s/(n + g + d))^{1/(1-\alpha)}$$

Substituindo na função de produção, obtemos:

$$y^* = (s/(n + g + d))^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Finalmente escrevemos a equação como:

$$y^* = A(t)(s/(n + g + d))^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Neste modelo também é importante fazer uma análise de estática comparativa. Será feita a análise do aumento de  $s$ . Se  $s$  aumenta o investimento supera o valor necessário para manter a razão capital-tecnologia

constante, de modo que  $k^*$  começa a aumentar e este aumenta até o novo estado estacionário.

Percebe-se neste modelo que a taxa de crescimento do capital e do produto per capita no longo prazo são iguais a taxa de progresso técnico. Deste modo, um aumento de  $s$  tem efeito na taxa de crescimento apenas no estado de transição, pois com o tempo esse crescimento diminui até chegar a  $g$ . Então, no longo prazo, as políticas do governo tem efeito apenas no nível do produto, mas não na taxa de crescimento, sendo este determinado pela taxa de progresso técnico.

### **1.3 Modelo de Romer**

O modelo de Crescimento Endógeno de Romer foi publicado em seu artigo de 1990 e surge para endogenizar o progresso técnico, ou seja, tornar a tecnologia “interna” ao modelo de modo a explicar sua origem e seu impacto na economia. Romer (1990) define o progresso técnico como sendo a produção de um produto diferenciado ou de uma quantidade maior do mesmo produto, combinando-se os mesmos insumos, à partir de uma instrução mais sofisticada, que foi obtida através de tentativa e erro, experimentação, refinamento e investigação científica. Ele dá o exemplo de que cem anos atrás, a única visualização possível de se obter com o óxido de ferro era um pigmento, mas hoje é possível colocá-lo em fita plástica e utilizá-lo para gravar fita cassete.

Romer defende que a economia mundial cresceu muito nos últimos anos e que este crescimento, em muitos trabalhos, como Solow (1956) e Solow (1957), é atribuído ao progressotécnico. Porém esses trabalhos não explicam o progresso técnico, ou seja, tomam a tecnologia como dada, isto é, uma constante, o que demanda um modelo que explique a tecnologia, como o Modelo de crescimento endógeno de Romer.

O modelo possui três premissas: a principal fonte de crescimento é progresso técnico, o que torna o modelo parecido como de Solow; a segunda é que o progresso técnico surge em grande a partir de ações intencionais de indivíduos que respondem a incentivos de mercado; a terceira premissa e a mais importante é que as ideias, diferente dos outros bens econômicos,

possuem um custo para sua criação, mas depois que o custo tenha ocorrido, as ideias podem ser usadas repetidas vezes sem nenhum custo adicional, ou seja, há um custo fixo para a criação de ideias, mas o custo variável para a utilização destas ideias é nulo.

Um ponto importante de seu modelo é que as ideias são bens excludentes, porém não-rivais. A exclusividade de um bem está ligada à possibilidade que o proprietário do bem tem de cobrar uma taxa pelo seu uso. Já bens rivais são bens que o uso desse bem por uma pessoa exclui o uso do mesmo bem por outra, por exemplo, o uso de um telefone por uma pessoa impede o uso do mesmo telefone por outra. Com base nesta classificação é importante classificar diferentes tipos de bens. Existem os bens privados que são bens excludentes e rivais, pois para usufruir destes bens você precisa pagar por isso e o uso de um bem privado por uma pessoa impede o uso do mesmo bem por outra, por exemplo, para usar um aparelho de som você primeiro precisa tê-lo comprado e o fato de você estar usando o aparelho impede outra pessoa de usar o mesmo aparelho. Há os bens públicos que são bens não-excludentes e não-rivais, por exemplo, a segurança nacional não protege apenas alguns cidadãos, mas todos. Há também os bens associados à “tragédia dos campos comuns” que são bens não-excludentes, mas rivais, por exemplo, o excesso de pesca em águas internacionais em áreas públicas, como a área é pública, não é possível cobrar pela pesca, mas quando alguém pesca um peixe, isso impede outras pessoas de pescarem o mesmo peixe, como resultado, tende a haver um excesso de pesca, o que reduz a quantidade de peixes na área. E as ideias, como já mencionado, são bens excludentes, porém não rivais. São excludentes pois é possível o proprietário da ideia cobrar o seu uso por outra pessoa, a partir das patentes, por exemplo. Mas são não rivais, pois o fato de uma pessoa ter uma ideia, não impede outra pessoa de ter a mesma ideia ao mesmo tempo.

A não-rivalidade da ideia implica que uma pessoa pode utilizar várias vezes a mesma ideia sem ter que “produzi-la” novamente para isto. Diferente dos bens rivais, as ideias não precisam ser produzidas cada vez que são vendidas, basta produzi-las uma vez. Ou seja, as ideias possuem um custo fixo inicial de produção e o custo marginal de replicação das ideias é nulo. Isto leva a uma situação em que com o aumento de produção o custo médio cai, ou

seja, retornos crescentes de escala. Neste caso, o custo médio é sempre maior do que o custo marginal, devido a presença do custo fixo, de modo que se o preço é igual ao custo marginal (concorrência perfeita), a empresa tem prejuízo, o que torna necessário um preço maior, ou seja, concorrência imperfeita.

A exclusividade das ideias garante a possibilidade do proprietário de uma ideia auferir lucros. Os pesquisadores se dedicam à pesquisa de novas ideias, pois têm a possibilidade cobrar por elas, através de patentes, por exemplo. Se as pessoas não tivessem incentivos a ter ideias, remunerando-as, por exemplo, não haveria pesquisa na economia, de modo que a tecnologia cresceria pouco e por consequência a renda nacional, situação que ocorria antes da revolução industrial, pois não havia direitos de propriedade bem definidos.

Esta foi a parte teórica do modelo, agora será apresentada a parte matemática. Esta parte será apresentada conforme Jones (2000).

Assim como o modelo de Solow, o modelo de Romer possui dois elementos principais de mudança tecnológica endógena: uma função de produção e um conjunto de equações de mudanças de insumos da função de produção. A função de produção é parecida com a de Solow e é descrita por:

$$Y = K^\alpha (AL_y)^{1-\alpha} \quad (1.3.1)$$

em que  $K$  é o capital,  $L_y$  é a quantidade de trabalhadores envolvidos com a geração de produto  $\alpha$  é um parâmetro entre 0 e 1 e  $A$  é o estoque de ideias (tecnologia).

Se  $A$  é uma constante, o modelo é igual ao de Solow e apresenta retornos constantes de escala, pois o modelo apresenta retornos constantes para o capital e o trabalho. Mas, quando assumimos o  $A$  como um insumo de produção, ele não é constante e a função apresenta retornos constantes de escala, isto é, a função apresenta retorno constantes em relação ao capital e ao trabalho, logo apresenta retornos crescentes em relação ao capital, ao trabalho e ao estoque de ideias, ou seja, se o capital o trabalho e o estoque de ideias dobrarem, o produto aumenta mais do que o dobro.

As equações de acumulação de capital e de trabalho, são iguais às do modelo de Solow. A equação de acumulação de capital é descrita por:

$$K' = s_k Y - dK$$

em que  $K'$  é a acumulação de capital,  $s_k$  é a poupança e  $d$  é a depreciação. E a mão-de-obra cresce a taxa exógena e constante  $n$ :

$$L'/L = n$$

A equação chave do modelo é a que descreve o progresso técnico, que é:

$$A' = \delta_- L_A \quad (1.3.2)$$

em que  $A'$  é o número de novas ideias geradas em um dado instante de tempo,  $L_A$  é a quantidade de trabalhadores no setor de pesquisa e  $\delta_-$  é a produtividade destes trabalhadores. Além disso, a mão-de-obra está dedicada a gerar novas ideias ou produto, de modo que o total de trabalhadores na economia,  $L$ , é dado por:

$$L = L_A + L_y$$

A taxa de geração de novas ideias pode ser uma constante, mas pode depender do estoque de ideias que já foram geradas. Se os estoques de ideias que já foram geradas influenciarem positivamente a produtividade dos trabalhadores, a descoberta do cálculo, por exemplo,  $\delta$  é uma função crescente de  $A$ . Se ocorrer das ideias mais óbvias terem sido descobertas primeiro, de modo que é cada vez mais difícil de gerar novas ideias,  $\delta$  é uma função decrescente de  $A$ . Assim, a taxa de geração de novas ideias é descrito por:

$$\delta_- = \delta A^\phi \quad (1.3.3)$$

em que  $\delta$  e  $\phi$  são constantes. Se  $\phi > 0$ , a produtividade da pesquisa aumenta com o estoque inicial de ideias, se  $\phi < 0$ , a produtividade diminui e se  $\phi = 0$ , a taxa de geração de novas ideias independe das ideias já geradas, de modo que  $\delta$  é uma constante.

A produtividade da pesquisa também pode depender do número de trabalhadores alocados neste setor, pois a duplicação de esforços, ou seja, duas pessoas descobrirem a mesma ideia ou ideias semelhantes, é mais provável com um número grande de trabalhadores no setor. Uma forma de modelar esta possibilidade em um parâmetro  $\lambda$  que varia de 0 a 1 como expoente do número de trabalhadores no setor de pesquisa,  $L_A$ , na função de geração de novas ideias. Neste caso, no lugar de  $L_A$  teríamos  $L_A^\lambda$ . Isto, junto com (1.3.2) e (1.3.3), implica que:

$$A' = \delta L_A^\lambda A^\phi \quad (1.3.4)$$

As equações (1.3.2) e (1.3.4) tem uma implicação importante no crescimento. Um pesquisador individual considera a sua produtividade como dada e os retornos da pesquisa como constante, mas desconsidera os efeitos de sua pesquisa para os pesquisadores no futuro, ou seja, pensa na equação de geração de novas ideias como sendo a (1.3.2). Apesar dos efeitos de sua pesquisa serem pequenos na economia, quando juntamos todos os pesquisadores estes efeitos são agregados, o que gera uma grande influência na economia. Estes efeitos são as externalidades do setor de pesquisa, pode acontecer do  $\lambda < 1$  e as ideias geradas por um pesquisador não serem novas e pode acontecer do  $\phi > 0$  e as ideias desenvolvidas pelo pesquisador servir de base para as pesquisas posteriores de outros pesquisadores, facilitando-as. Desse modo caímos na equação de acumulação de novas ideias (1.3.4). O efeito de  $\lambda < 1$  ficou conhecido na literatura como o efeito “pisar nos pés” e o efeito de  $\phi > 0$  ficou conhecido como o “efeito de subir sobre os ombros”.

É importante determinar a taxa de crescimento de equilíbrio da economia. Dado que a fração da população alocada no setor de pesquisa é uma constante, o modelo segue o modelo neoclássico ao atribuir todo o crescimento per capita ao progresso técnico. Assim temos:

$$g_y = g_k = g_A$$

esta equação mostra que o produto, a razão capital/trabalho e o estoque de tecnologia crescem a mesma taxa.

Como já mencionado, a taxa de crescimento de equilíbrio da economia é a taxa de progresso técnico, portanto deseja-se saber qual é a taxa de progresso técnico ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Para descobrir, dividimos (1.3.4) por  $A$  e obtemos:

$$A'/A = \delta L_A^\lambda / A^{1-\phi} \quad (1.3.5)$$

Vale ressaltar que ao longo de trajetória de crescimento  $A'/A = g_A$  que é uma constante. Aplicando isto a equação (1.3.5), tirando o logaritmo dos dois lados e derivando, temos:

$$\lambda L_A' / L_A - (1 - \phi) A' / A = 0 \quad (1.3.6)$$

Na trajetória de crescimento equilibrado, a taxa de crescimento do número de pesquisadores é igual a taxa de crescimento da população. Assim a equação (1.3.6) fica:

$$g_A = \lambda n / (1 - \phi) \quad (1.3.7)$$

Assim a taxa de crescimento depende dos parâmetros da função de produção de ideias e da taxa de crescimento da população. Vamos analisar algumas implicações importantes. Para facilitar, pense no caso em que  $\lambda = 1$  e  $\phi = 0$ . A função de produção de ideias ficará:

$$A' = \delta L_A$$

Nesse caso,  $\delta$  é uma constante da produtividade dos trabalhadores. Se o número de trabalhadores também permanecer constante, o número de ideias geradas em cada período também será constante, o que leva a uma taxa de

crescimento de novas ideias decrescente, pois haverá um número constante de novas ideias sendo geradas à partir de um estoque de ideias cada vez maior. Percebe-se neste caso que, para haver crescimento o número de pesquisadores deve crescer, de modo que o crescimento do modelo está relacionado ao crescimento da população, o que explica a presença do crescimento da população na equação (1.3.7).

O que esta conclusão nos leva a pensar é que se a população (ou pelo menos o número de pesquisadores) parar de crescer, a economia também para de crescer. Colocado de outra forma, se o esforço mundial de pesquisa fosse constante o crescimento econômico pararia. Há um caso especial em que isto não ocorre, o caso do artigo original do Romer (1990) em que  $\lambda = 1$  e  $\phi = 1$ , Assim:

$$A' = \delta L_A A$$

reescrevendo, fica:

$$A'/A = \delta L_A \quad (1.3.8)$$

Neste caso, a produtividade da pesquisa é proporcional ao estoque de ideias:  $\delta_A = \delta A$ . Com esta hipótese a produtividade dos pesquisadores cresce com o passar do tempo, mesmo se o número de pesquisadores for constante. Jones (2000), refuta esta hipótese dizendo que não condiz com a evidência empírica. O esforço de pesquisa aumentou muito nos países desenvolvidos nos últimos 40 anos, porém o produto não aumentou tanto, o que vai de encontro à hipótese. Para eliminar este problema, de acordo com Jones, deve-se fazer o  $\phi < 1$ , o que nos leva de volta à equação (1.3.7).

Aqui também é importante fazer uma análise de estática comparativa. Será analisado o impacto de um aumento na participação de P&D. Vamos fazer isso em dois passos, primeiro consideramos o que acontece com o progresso técnico e com o estoque de capital com o aumento na intensidade da P&D e depois analisamos o modelo como fizemos com o modelo de Solow. Para facilitar, consideremos o caso em que  $\lambda = 1$  e  $\phi = 0$ , pois nenhum

resultado é afetado com esta hipótese. Vamos reescrever a equação (1.3.7) como:

$$A'/A = \delta S_R L/A \quad (1.3.9)$$

em que  $S_R$  é a parcela da população envolvida com o setor de pesquisa, sendo que  $L_A = S_R L$ . Veremos o que acontece com o progresso tecnológico quando há um aumento de  $S_R$ . Antes do aumento, a economia cresce ao longo de uma trajetória equilibrada em que  $g_A = n$ , devido as hipóteses simplificadoras. Nesse caso a razão  $L_A/A$  é igual a  $g_A/\delta$ . Após o aumento, o número de pesquisadores aumenta, fazendo a razão  $L_A/A$  subir. Os pesquisadores adicionais aumentam o número de novas ideias, aumentando a taxa de crescimento da tecnologia, fazendo-a superar a taxa de crescimento populacional. Porém, com o tempo, a razão  $L_A/A$  diminui, o que leva a uma queda na taxa de crescimento da tecnologia até que a economia retorne ao estado de crescimento equilibrado em que  $g_A=n$ . Portanto, um aumento permanente da parcela da população envolvida com o setor de pesquisa aumenta temporariamente a taxa de progresso técnico mas não o faz no longo prazo.

É importante saber qual é a taxa de crescimento de longo prazo, assim como no modelo de Solow. Para isto vamos partir de  $(y/A)^*$ , assim temos:

$$(y/A)^* = (s_k / (n + g + d))^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R) \quad (1.3.10)$$

Reescrevendo a equação (1.3.10) como:

$$A = \delta s_R L / g_A$$

A equação (1.3.10) fica:

$$y^* (t) = (s_k / (n + g + d))^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R) (\delta s_R / g_A) L(t) \quad (1.3.11)$$

Na equação acima o produto per capita é diretamente proporcional a população da economia, no estado estacionário. Quanto maior a população, maior o mercado para uma ideia, o que aumenta o retorno da pesquisa (efeito de

demanda). E maior a quantidade de criadores de ideias (efeito de oferta). Com relação aos outros termos da equação, o primeiro vem do modelo de Solow. Os dois termos restantes envolvem a mão-de-obra dedicada a pesquisa,  $s_R$ . Na primeira vez em que aparece, ele aparece com um sinal negativo, para refletir o fato de que quanto maior a parcela da população alocada no setor de pesquisa, menor é a alocada na produção de bens finais, o que tem um efeito negativo no produto. Na segunda vez em que aparece, ele aparece com um sinal positivo, para mostrar que mais pesquisadores implicam em mais ideias, o que aumenta a produtividade da economia.

Agora vamos analisar a parte microeconômica do modelo, o que Jones (2000), chamou de “A Economia do Modelo”. Esta microeconomia consiste em tentar construir uma economia com agentes maximizadores de lucro que torne o progresso técnico endógeno. A economia de Romer possui três setores: o setor de produção, o de bens intermediários e o de pesquisa. A razão de dois destes setores é clara algumas empresas produzem bens finais e outras ideias. O que merece uma explicação é o setor de bens intermediários. A razão deste setor está associada aos retornos crescentes de escala, o setor de pesquisa gera novas ideias que tomam forma de bens de capital e vende o direito exclusivo de produzir um bem de capital específico para uma empresa produtora de bens intermediários, e esta, como monopolista, produz o bem intermediário e o vende para uma empresa produtora de bens finais.

No setor de bens finais, várias empresas combinam capital e trabalho para produzir o produto,  $Y$ . Porém na economia há mais de 1 bem de capital, assim a função de produção é definida por:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \sum_{j=1}^A x_j^\alpha$$

o produto é obtido combinando a mão-de-obra,  $L_Y$ , e vários bens de capital distintos,  $x_j$ .  $A$  é a quantidade de bens intermediários disponíveis para serem utilizados e as empresas pelo setor de bens finais e as empresas tomarão como dado. Assim podemos reescrever a equação acima da seguinte forma:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} x_1^\alpha + L_Y^{1-\alpha} x_2^\alpha + \dots + L_Y^{1-\alpha} x_A^\alpha$$

perceba que a equação acima, ou seja, com A constante, temos retornos constantes de escala.

Ficará mais fácil analisar o modelo se a função de produção for descrita em termos contínuos. Assim podemos reescrever a função de produção como:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^\alpha dj$$

como já mencionado, o A é a gama de bens intermediários disponíveis para serem usados pelo setor de bens finais e, no caso é representado pelo intervalo da linha real [0, A]. Além disso, com retornos constantes de escala o número de empresas não pode ser determinado de forma exata, por isso iremos supor que o setor de bens finais opera em concorrência perfeita.

As empresas decidem utilizar capital e trabalho de modo que produzem a quantidade do produto, Y, que maximize o seu lucro. Supondo que o preço de Y é unitário temos:

$$\max L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^\alpha dj - wL_Y - \int_0^A p_j x_j dj$$

em que  $p_j$  é o preço do aluguel bem de capital j e w é o salário pago a mão-de-obra. As condições de primeira ordem desta equação são dadas por:

$$w = (1 - \alpha) Y/L_Y \quad (1.3.12)$$

$$p_j = \alpha L_Y^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1} \quad (1.3.13)$$

A primeira condição diz as empresas contratam trabalhadores até que o salário seja igual a produtividade marginal do trabalho e a segunda diz que as empresas arrendam cada bem de capital até que o preço de cada bem de capital j seja igual a sua produtividade marginal.

O setor de bens intermediários é composto por monopolistas que vendem seus produtos ao setor de bens finais. As empresas adquirem o monopólio comprando um projeto para a produção de um bem intermediário específico do setor de pesquisas. As empresas do setor de bens intermediários

possuem uma função de produção na qual há um custo fixo para o projeto do bem de capital adquirido e uma unidade de capital bruto pode ser convertida em um bem de capital. O problema da maximização para a empresa de bem intermediário é:

$$\max \pi_j = p_j(x_j)x_j - rx_j,$$

em que  $p_j(x_j)x_j$  é o preço de demanda da bem de capital dado na equação (1.3.13). Ignorando os subscritos  $j$ , a condição de primeira ordem será:

$$p'(x)x + p(x) - r = 0,$$

reescrevendo, temos:

$$p'(x)x/p + 1 = r/p$$

Assim:

$$p = (1 / (1 + p'(x)x/p)) r$$

fazendo a elasticidade,  $p'(x)x/p$ , igual a  $\alpha - 1$ , finalmente obtemos:

$$p = (1/\alpha) r$$

esta é a solução para cada monopolista, de forma que cada bem de capital é vendido ao mesmo preço. Cada empresa do setor de bens finais usa a mesma quantidade de bens intermediários, assim  $x_j = x$ . Portanto o lucro para estas empresas é igual e é dado por:

$$\pi = \alpha (1 - \alpha) Y/A. \quad (1.3.14)$$

Finalmente, a demanda total de capital deve ser igual ao estoque de capital:

$$\int_0^A x_j dj = K.$$

Como  $x_j = x$ , temos:

$$x = K/A. \quad (1.3.15)$$

Fazendo  $x_j = x$  também na função de produção e combinando com (1.3.15);

$$Y = AL_Y^{1-\alpha} A^{-\alpha} K^\alpha = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha}.$$

Então a função de produção do setor de bens finais é a mesma que a função de produção agregada utilizada até aqui.

Para falar do setor de pesquisa é importante definir as ideias de forma mais contundente. As ideias, neste modelo, são projetos de novos bens de capital. Esses projetos podem ser interpretados como instruções que explicam como transformar unidades de capital bruto em novos bens de capital. Após a criação de um novo projeto, o pesquisador recebe do governo uma patente que lhe dá o direito exclusivo de fabricar um novo bem de capital. O inventor vende este direito para uma empresa do setor de bens intermediários e com a receita consome e poupa, como um agente econômico qualquer. Falta definir o preço de venda.

O preço de venda é igual ao valor presente descontado do lucro que a empresa de bens intermediários obterá com a venda do bem de capital e será chamado de  $P_A$ . A variação de  $P_A$  será determinada por um método denominado de método da arbitragem. Neste método, a receita auferida com a venda das patentes é igual ao retorno que se teria ao se colocar o dinheiro no banco. Assim temos:

$$rP_A = \pi + P_A' \quad (1.3.16)$$

em que  $r$  é a taxa de juros paga pelo banco, sendo o lado esquerdo da equação o retorno que se teria ao se colocar  $P_A$  no banco. O lado direito é a receita auferida com a venda das patentes que são os lucros,  $\pi$ , mas os

ganhos ou perdas geradas pela variação do preço,  $P_A'$ . Dividindo ambos os lados por  $P_A$ , obtemos:

$$r = \pi/P_A + P_A'/P_A$$

No estado estacionário,  $r$  é constante, de modo que  $\pi/P_A$  também é constante, o que significa que  $\pi$  e  $P_A$  crescem na mesma taxa e esta é a taxa de crescimento da população,  $n$ . Assim temos:

$$r - n = \pi/P_A$$

$$P_A = \pi / (r - n) \quad (1.3.17)$$

sendo este o preço da patente.

Observe alguns pontos importantes. O modelo apresenta retornos crescentes de escala que força a uma situação de concorrência imperfeita. Isto aparece no setor de produtos intermediários, em que as empresas são monopolistas e seus bens são vendidos a um preço maior do que a produtividade marginal. Mas os lucros obtidos por estas empresas são pagos aos pesquisadores. Esta é uma situação de concorrência monopolística. Não há lucro no modelo pois todas as rendas são dadas aos fatores de produção.

Já encontramos a taxa de crescimento no estado estacionário, falta descobrir a alocação dos trabalhadores nos setores de pesquisa e de bens finais. Para isto vamos recorrer novamente ao método da arbitragem. O salário pago aos trabalhadores no setor de bens finais é igual a produtividade marginal deste setor:

$$w_Y = (1 - \alpha) Y/L_Y.$$

sendo  $w_Y$  o salário no setor de bens finais. Os pesquisadores recebem um salário baseado no preço do projeto que desenvolveram, supondo que eles considerem a sua produtividade como constante temos:

$$w_R = \delta \cdot P_A$$

sendo  $w_R$  o salário no setor de pesquisa. Como a entrada é livre em ambos os setores  $w_Y = w_R$ . Com um pouco de álgebra, esta condição revela que a fração da população envolvida com o setor de pesquisa é dada por:

$$s_R = 1 / (1 + (r - n) / \alpha g_A).$$

Quanto mais rápido a economia crescer, maior é a parcela da população envolvida com o setor de pesquisa e quanto maior a taxa de desconto,  $(r - n)$ , aplicada aos lucros para encontrar o valor presente, menor essa parcela. Além disso, com um pouco de álgebra é possível demonstrar que  $r = \alpha^2 Y / K$ , que é menor do que a produtividade marginal do capital que é dada por  $\alpha Y / K$ . Isto mostra que ao contrário do modelo de Solow em que os fatores são pagos pela sua produtividade marginal, no modelo de Romer nem todos os fatores são pagos pela sua produtividade marginal. Isto é o que determina a necessidade de concorrência imperfeita no modelo, o capital recebe menos que o seu produto marginal e o resto é usado para remunerar o setor de pesquisa.

Por último é importante notar que a fração da população alocada em P&D não é ótima. Isto ocorre devido a três externalidades da pesquisa. Duas delas já foram comentadas e são facilmente vistas na função de produção de novas ideias. Primeira é que o pesquisador recebe de acordo com os fluxos de lucros auferidos com os novos projetos. Porém, o pesquisador não recebe pela contribuição a pesquisa futura ( $\phi > 0$ ), esta contribuição é chamada de “transbordamentos de conhecimentos”, o que é uma externalidade positiva e tende a levar a uma falta de pesquisa. A segunda é que pode haver duplicação na pesquisa quando  $\lambda < 1$ , o que é uma externalidade negativa e tende a levar a um excesso de pesquisa. Finalmente, a terceira pode ser chamada de “efeito de excedente do consumidor” e reside no fato de que o inventor recebe um lucro menos do que o ganho que ele traz para a sociedade, o que tende a gerar menos invenções.

O que sugere as evidências empíricas sugerem é que as externalidades positivas superam as negativas. Desse modo, tende a haver uma escassez de pesquisas.

#### 1.4 Modelo AK

O modelo AK é um modelo de crescimento endógeno em um sentido um pouco diferente do modelo de Romer, o crescimento endógeno se refere ao fato de que, no modelo, as políticas do governo têm efeito sobre o crescimento de longo prazo. A apresentação do modelo será feita conforme Jones (2000).

Considere a função de produção Cobb-Douglas do modelo de Solow, mas sem progresso técnico, sem crescimento populacional e a economia é povoada por uma única pessoa. Além disso, considere que não há rendimentos decrescentes a acumulação de capital, ou seja  $\alpha = 1$ , e a função de produção é multiplicada por uma constante positiva A. Assim temos:

$$Y = AK \quad (1.4.1)$$

Esta é a equação que dá nome ao modelo AK. Lembre-se também da equação de acumulação de capital do modelo de Solow:

$$K' = sY - dK$$

e perceba que como a população é constante as variáveis maiúsculas são iguais as variáveis per capita, de modo que podemos aplicara este modelo o gráfico utilizado no modelo de Solow para encontrar o estado estacionário (gráfico de Solow) diretamente com as variáveis maiúsculas.

No caso deste modelo, perceba que, diferentemente do modelo de Solow, Y é uma função linear em K, de modo que a curva sY na verdade é uma reta. Com relação a dK, esta curva também é uma reta, mas suponha que o total de investimento feito na economia, sY, é maior do que o investimento necessário para cobrir a depreciação, dK, de modo que a reta sY é mais inclinada que a reta dK.

Assim, ao se considerar um estoque inicial de capital qualquer assinalado pelo ponto  $K_0$ , o investimento total é maior do que o necessário para cobrir a depreciação, de modo que o estoque de capital aumenta, e para qualquer  $K$  maior do que  $K_0$ , o investimento total é maior do que o necessário para cobrir a depreciação, de modo que com o tempo, o estoque de capital sempre e o crescimento nunca para. Perceba que isto ocorre por que, diferente do modelo de Solow com a função Cobb-Douglas em que a acumulação de capital apresenta rendimentos marginais decrescentes, no modelo AK a acumulação de capital apresenta rendimentos constantes, de modo que o cruzamento das duas curvas em Solow, que é o estado estacionário, nunca ocorre no modelo AK.

É importante encontrarmos a taxa de crescimento do modelo. Para isso dividimos a função de acumulação de capital por  $K$  e obtemos:

$$K'/K = s Y/K - d$$

Por (1.4.1) temos que  $A = Y/K$ , então:

$$K'/K = sA - d$$

tirando o logaritmo dos dois lados na função de produção e derivando temos que a taxa de crescimento da economia é igual a taxa de acumulação de capital. Assim temos:

$$g_Y = Y'/Y = sA - d$$

Diante disso, percebe-se que a taxa de crescimento da economia é uma função crescente da taxa de crescimento, de forma que as políticas do governo têm efeito sobre o crescimento de longo prazo.

Agora vamos ver de onde surge a ideia do modelo de que  $Y = AK$ . Considere a função de produção em que  $B$  é o progresso técnico, assim temos:

$$Y = BK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1.4.2)$$

A função apresenta retornos constantes com relação a K e L e retornos crescentes com relação a B, K e L.

Diferente do modelo de Romer, a tecnologia no modelo AK ocorre de forma acidental, como uma externalidade do próprio processo de acumulação de capital e não há uma remuneração pela a cumulação de conhecimento, mantendo-se assim a concorrência perfeita. Isto baseou-se no trabalho de Arrow e é denominado de “learningbydoing” que é “aprender fazendo”. Assim, podemos escrever:

$$B = AK^{1-\alpha} \quad (1.4.3)$$

Substituindo em (1.4.2) e supondo uma economia com apenas um indivíduo obtemos:

$$Y = AK$$

Jones (2000) acredita que este não é um bom modelo para descrever o crescimento de longo prazo e utiliza dois argumentos para defender isto. Para entender o primeiro, perceba que no modelo de Solow com a Cobb-Douglas, a acumulação de capital apresenta rendimentos marginais decrescentes devido a hipótese de que  $\alpha < 1$ . Se  $\alpha$  for muito próximo de 0, a curva  $sY$  é muito concâva de modo que cruza com a curva  $dK$  em um K pequeno (supondo  $n = 0$ ), ou seja, o estado estacionário é pequeno. Conforme  $\alpha$  aumenta, a curva  $sY$  vai ficando cada vez menos concâva, de modo que o K do estado estacionário aumenta, até que no caso limite em que  $\alpha = 1$ , a curva  $sY$  é uma reta e o estado estacionário nunca chega. Então, supondo um  $K_0$  inicial, a medida que  $\alpha$  aumenta este K vai ficando cada vez mais distante o K estacionário, de modo que a transição fica cada vez mais demorada, até que quando  $\alpha = 1$ , a transição não tem fim. Ou seja, Jones defende que o modelo AK é um caso particular do modelo de Solow.

O segundo argumento de Jones é que a tecnologia como resultado de um acidente na acumulação de capital é contrafactual. Ele defende que há incentivos econômicos na acumulação de capital, ou seja, que há uma busca

intencional por conhecimento e que, por exemplo, no Vale do Silício houve muitas iniciativas desse tipo.

## **CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA**

No presente capítulo pretende-se analisar brevemente o gasto público em infraestrutura e o PIB, bem como a relação teórica entre estas variáveis. Pretende-se analisar o que alguns artigos pensam sobre essas variáveis.

O investimento privado em infraestrutura possui obstáculos intransponíveis devido ao número reduzido de empresas privadas com capital suficiente para realizar tais investimentos e aos riscos envolvidos na operação, por isso é papel do governo investir em infraestrutura (Bertussi e Ellery Junior, 2012). A literatura ressalta os impactos positivos do investimento público em infraestrutura sobre o crescimento econômico (Bertussi e Ellery Junior, 2012). O investimento em infraestrutura aumenta a produtividade do capital e atrai novos empreendimentos devido à queda nos custos com instalação, operação

e distribuição (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Uma melhora na malha ferroviária, por exemplo, reduz o tempo de transporte de uma matéria-prima, diminuindo o custo de produção (Mussolini e Teles, 2010). De forma análoga, a instalação de uma rede de esgoto melhora a saúde dos trabalhadores, aumentando a sua produtividade (Mussolini e Teles, 2010).

O investimento e infraestrutura aumenta o retorno dos insumos privados (capital e trabalho), o que incentiva os investimentos privados aumentando o nível de produto e de renda (Montes e Reis, 2011). Montes e Reis (2011) defendem que tanto sob a teoria keynesiana quanto sob a neoclássica, o investimento em infraestrutura aumenta o crescimento econômico. De acordo com eles, Rigolon e Piccinini (1997) dizem que dado um nível de capital e trabalho, a melhora da qualidade de energia, transportes, telecomunicações e saneamento básico (setores de infraestrutura analisados por Montes e Reis em 2011), eleva o produto, aumentando a produtividade total dos fatores privados e reduzindo o custo por unidade de insumo. Essa maior produtividade aumenta a remuneração dos fatores, o que estimula novos investimentos privados e o crescimento do emprego.

Montes e Reis (2011) ainda mostram outra perspectiva ao utilizarem o texto de Hirschman (1958). De acordo com os autores, Hirschman (1958) mostrou que o crescimento nas economias avançadas depende de poupança, investimento induzido, investimento autônomo e produtividade do capital. Nas economias avançadas as decisões de poupança e investimento são independentes, já nas subdesenvolvidas ou em desenvolvimento, estas decisões seriam muito interdependentes. Nessas economias, as adições de poupança dependem de maiores oportunidades de investimento e da remoção de vários obstáculos à atividade de investimento, que gera renda. De acordo com Montes e Reis (2011), Hirschman (1958) fala que o principal componente para o desenvolvimento econômico é o investimento em Capital Físico e Social (CFS) e este investimento é pré-requisito dos investimentos em Atividades Diretamente Produtivas (ADP), principalmente em países atrasados, onde há escassez de infraestrutura pública.

Nos países desenvolvidos, a relação capital-produto pode ser considerada um coeficiente tecnológico, porém nos países subdesenvolvidos

não (Montes e Reis, 2011). A produtividade do capital é prejudicada por escassez ou gargalos e a eliminação destes problemas provoca aumento na produtividade do capital existente (Montes e Reis, 2011). Desse modo, os modelos de crescimento e de desenvolvimento baseados apenas na razão capital-produto não mostram como o progresso econômico encontra o seu caminho e é levado em um ambiente limitado como o dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (Montes e Reis, 2011).

Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento o setor público tem que planejar a sequência de investimentos que levam ao desenvolvimento mais acelerado possível para o país, pois investir em todos os setores de uma vez pode ser inviável (Montes e Reis, 2011). Nesse caso deve-se encontrar o setor-chave da economia investir nele (Montes e Reis, 2011).

De acordo com Montes e Reis (2011), além de gerar renda e criar capacidade, Hirschman (1958) destaca o terceiro papel do investimento que é compor investimento adicional, ou seja, gerar mais investimento. Isto acontece de forma indireta, a partir do aumento da capacidade, a economia pode crescer para acomodar essa capacidade, aumentando a renda, que resulta em mais poupança, gerando investimento adicional, que é o efeito complementaridade (Montes e Reis, 2011).

Segundo Montes e Reis (2011), Hirschman (1958) analisa os efeitos para frente e para trás das atividades produtivas: 1) o fornecimento de insumos para atender a demanda de todas as atividades não primárias. 2) Toda a atividade, que não seja exclusivamente de demanda final, utiliza seus produtos como insumo para outras atividades. Ele alerta que o conhecimento dos índices para frente e para trás poderá servir não apenas para reativar uma economia desenvolvida, mas também para alavancar o crescimento de uma economia atrasada.

Essa ideia também pode ser usada para o Capital Físico Social, que é o investimento em infraestrutura (Montes e Reis, 2011). Os investimentos em infraestrutura demandam insumos que estimulam a produção das empresas que irão fornecê-los, que é o efeito para trás (Montes e Reis, 2011). As facilidades de transporte, de oferta de energia e de serviços de telecomunicações estimulam investimentos privados, devido à redução de custos e ao aumento da produtividade dos insumos privados (capital e

trabalho), que é o efeito para frente (Montes e Reis, 2011). Dessa forma os investimentos públicos provocam o crescimento dos investimentos privados, melhorando o desenvolvimento econômico.

Segundo Montes e Reis (2011), Hirschman (1958) criticou a teoria do ciclo vicioso da pobreza argumentando que os países em desenvolvimento não sofrem de uma escassez de poupança, mas de uma escassez da capacidade de investimento. Nesse sentido o investimento público em infraestrutura pode induzir as decisões privadas de acumulação de capital, aumentando o investimento privado, levando a criação de poupança, permitindo um novo ciclo de investimento público e privado, o que cria um ciclo virtuoso do crescimento (Montes e Reis, 2011).

Por isso, o investimento em infraestrutura aumenta o produto de longo prazo (Ferreira e Malliagos, 1997). A elasticidade-renda de longo prazo do investimento em infraestrutura está entre 0,56 e 0,61 (Ferreira e Malliagos, 1997).

Há uma relação positiva de longo prazo entre investimento público e o produto (Ferreira e Cândido Júnior, 2006). O investimento público em infraestrutura melhora o desempenho econômico dos estados brasileiros e contribui para a redução da desigualdade entre eles (Bertussi e Ellery Junior, 2012). E estes investimentos tem maior produtividade nas regiões menos desenvolvidas do que nas mais desenvolvidas (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Porém o investimento em infraestrutura no Brasil é baixo, afinal enquanto o Chile obteve o melhor desempenho no índice do estoque de infraestrutura entre os períodos de 1996-2000 e 1980-1985, com um aumento de 60%, o Brasil obteve o pior desempenho no índice de qualidade de infraestrutura, com redução superior a 30% (Ferreira e Cândido Júnior, 2006). Em 1970, o investimento em infraestrutura público superava 10% do PIB, de 1985 até meados da década de 90 esse investimento caiu para 2% a 4%, devido à tentativa de frear a inflação, enquanto neste período o leste asiático e a China entre 7% e 9% (Bertussi e Ellery Junior, 2012). De 1994 a 1999 teve o sucesso do plano real que trouxe como uma das principais premissas a gestão eficiente da dívida pública, o que levou a uma queda no investimento em infraestrutura ficando este entre 1,8% e 2,8% do PIB e de 2001-2008 ficou em torno de 2%. Enquanto a Índia de 2006-2007 investiu na ordem de 5,63%, em 2003 a China

investiu 7,3%, no mesmo ano o Vietnã investiu 9,9% e a Tailândia 15,4%, em 2007, o investimento em infraestrutura no Brasil foi de apenas 2,01% (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Os setores de infraestrutura analisados por Ferreira e Malliagos em 1997 foram os de energia elétrica, telecomunicações, ferrovias, rodovias e portos. O setor de infraestrutura em capital físico que mais tem impacto sobre o PIB do Brasil é o de transporte, de acordo com Bertussi e Ellery Junior (2012). Porém, segundo esses autores, esse investimento seria baixo no Brasil (Bertussi e Ellery Junior, 2012). O investimento em infraestrutura no Brasil fica atrás de países como Namíbia, Estônia e Hungria no que se refere à extensão da malha rodoviária. De 2001 a 2008, o investimento do PIB brasileiro no setor de transporte foi em média de 0,51%, enquanto em 2001 no Chile foi de 1,96% e na Colômbia 0,89%, e em 2003 as Filipinas investiram 1,2%, a Tailândia 3,9%, a China 4% e o Vietnã 6% (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

O modal mais utilizado no Brasil é o rodoviário, de modo que 61,1% de tudo o que é transportado internamente é levado por rodovias. (Bertussi e Ellery Junior, 2012). O segundo modal mais usado é o ferroviário, de forma que 20,7% de tudo o que é transportado é levado por ferrovias, ou seja, aproximadamente um terço do que é transportado, é levado por rodovias (Bertussi e Ellery Junior, 2012). Isso faz com que a maioria dos recursos destinados ao setor de transporte seja alocada em rodovias (Bertussi e Ellery Junior, 2012). No ano de 2001, 74% do investido no setor de transporte, foi para rodovias. De 2002-2008 o subsector rodoviário abocanhrou entre 58% a 74% desse total (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Entretanto, o custo de se transportar cargas no modal rodoviário é bastante elevado, o que aumenta o custo logístico das empresas nacionais, representando um ônus para todo o país (Bertussi e Ellery Junior, 2012). Isso associado ao fato de que 61,1% de tudo o que é transportado ser por esse modal, como já mencionado anteriormente, gera custos logísticos elevados em relação a outros países (Bertussi e Ellery Junior, 2012). Em 2005, na Rússia 81% do transporte de cargas é levado por ferrovias e 8% é levado por rodovias (Lorena Bertussi e Ellery Junior, 2012). Nos Estados Unidos, 43% do total transportado é levado por ferrovias e 32% é levado por rodovias (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Apesar do modal mais usado ser o rodoviário, como já mencionado, a infraestrutura do transporte rodoviário do Brasil é de baixa qualidade. (Bertussi e Ellery Junior, 2012). Das rodovias avaliadas apenas 28% apresentaram estado ótimo ou bom em relação a quesitos de pavimento, sinalização e geometria da via e 72% das rodovias mostraram-se em deficiente, ruim ou péssimo estado (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Outra comprovação da baixa qualidade de nossas rodovias é que, de acordo com a Confederação Nacional de Transporte (CNT) para o ano de 2008, apenas 11,1% das nossas rodovias são pavimentadas (Bertussi e Ellery Junior, 2012). O que faz com que o Brasil seja o pior país latino-americano nesse quesito (Bertussi e Ellery Junior, 2012). A média dos países latino-americanos é de aproximadamente 20%, ou seja, quase o dobro do que é registrado no Brasil (Bertussi e Ellery Junior, 2012). Países do leste asiático apresentaram uma média de 70% e os industrializados de 80% (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

Outro setor de extrema importância é o de energia, pois é um serviço essencial a organização econômica e social de todos os países, sem o qual o crescimento econômico é difícil de acontecer (Vizioli e Bertussi, 2014). De acordo com Vizioli e Bertussi (2014), Tolmasquim (2012) defende que um dos fundamentos para a sustentabilidade econômica é prover logística e energia para o desenvolvimento da produção em condições competitivas.

A importância do investimento na infraestrutura energética para o crescimento econômico é ainda mais visível em um país como o Brasil, pois segundo Wolfram *et al.* (2012), a demanda de energia em um país em que o crescimento volta-se principalmente a distribuição de renda, cresce mais rápido que sua renda per capita (Vizioli e Bertussi, 2014).

Mas esse investimento no Brasil é baixo. Segundo Frischtak (2013) o país está subinvestindo no setor a pelo menos duas décadas, o que gera a necessidade de avanços neste setor (Vizioli e Bertussi, 2014). O Índice de Competitividade Global (2013) tem como um dos quesitos o investimento em infraestrutura e um dos setores de infraestrutura que o índice analisa é o de energia (Vizioli e Bertussi, 2014). Nesse sentido, o Brasil ocupou a posição 71 entre 148 países no índice, no quesito da qualidade da infraestrutura o Brasil ocupou o 114º lugar e na qualidade do suprimento de eletricidade ocupou a 76ª

posição (Vizioli e Bertussi, 2014). Esta deficiência tem efeitos desfavoráveis, de modo que a inadequada oferta de infraestrutura é apontada como o principal problema na realização de negócios no país.

É importante lembrar que não se deve investir apenas em infraestrutura de capital físico, mas também em infraestrutura de capital humano, pois estes setores tem um efeito no PIB superior aos investimentos em infraestrutura de capital físico (Cruz, Texeira e Braga, 2010). Os principais setores de capital humano são educação e saúde (Cruz, Texeira e Braga, 2010). As elasticidades-renda da escolaridade média (proxy usada para educação) e da mortalidade infantil (proxy usada para saúde) são, respectivamente, 0,33 e -0,76, enquanto a elasticidade-renda da infraestrutura de transporte é de 0,2 e da energia elétrica 0,04 (Cruz, Texeira e Braga, 2010).

Visando resolver esse problema de infraestrutura o governo lançou dois programas, o das Parcerias Público-privadas (PPP) em 2004 e o Programa de Aceleração de Crescimento (PAC) em 2007 (Montes e Reis, 2011). As PPP objetivam aumentar o investimento privado, principalmente em infraestrutura. Neste programa o setor público seleciona os projetos e o setor privado executa os projetos investindo (Montes e Reis, 2011). Porém este programa não teve o efeito desejado pelo governo, no sentido de que aconteceram poucos investimentos com esse programa, porque não resolveu os principais problemas enfrentados pelos projetos como, por exemplo, a dificuldade de se obter licença ambiental, não melhorou a regulamentação e não criou mecanismos que protegessem o investidor contra o ativismo judicial e contra roubos (Montes e Reis, 2011).

Com relação ao PAC, o seu objetivo é a expansão da oferta e a melhoria de infraestrutura, aumentando a capacidade para atender a demanda dos empresários (Montes e Reis, 2011). Este programa previu um investimento de aproximadamente R\$ 500 bilhões de 2007 a 2010 para construir hidrelétricas, rodovias e para expandir e melhorar aeroportos e portos (Montes e Reis, 2011). Já o seu resultado foi mais próximo ao esperado pelo governo (Montes e Reis, 2011). Apesar do resultado positivo do programa ainda há muito a ser feito. Por exemplo, grande parte dos recursos irá para os estados das regiões sul e sudeste, que são as regiões mais desenvolvidas do país. Isto mostra que o governo subestima o potencial redutor das desigualdades regionais dos

investimentos em infraestrutura (Bertussi e Ellery Junior, 2012).

É importante lembrar que os gastos públicos em despesas correntes diminuem a quantidade de recursos disponíveis para o investimento público em infraestrutura, já que esses gastos são muito elevados no Brasil (Giambiagi, 2006). Na década de 1980, a relação dívida PIB chegou a 56%, de 1985-1994 a dívida caiu e de 1995 a 2002 aumentou chegando aos mesmos 56% do PIB (Giambiagi, 2006). A relação dívida PIB tem aumentado até 2006 e isso se deve ao aumento dos gastos públicos.

Os gastos primários do governo central aumentaram de 16,5% do PIB em 1994 para 19,5% em 1998 e para 21,6% do PIB em 2002 (Giambiagi, 2006) e continuaram a crescer. Até 2008, o total dos gastos primários cresceu muito acima do PIB e todos os componentes primários analisados isoladamente aumentaram mais do que o PIB (Giambiagi, 2008). Segundo Mendes (2014), o gasto primário do governo central passou de 14% para 18,3% entre 1997 e 2012. Além disso a despesa pública brasileira está próxima de países que estão enfrentando crise, gerada em parte por alta despesa pública (Portugal, Espanha e Irlanda) em que o PIB se contraiu fortemente desde 2008 (Mendes, 2014)

O maior gasto público corrente que ocorreu como proporção do PIB entre 1980-2006 é o gasto com INSS (Giambiagi, 2006). Esta despesa representava 25% dos gastos primários total do governo central em 1991 e em 2006 passou a 34%. O gasto com INSS era de 2,5% do PIB, aumentou para 4,9% do PIB em 1994, foi para 6,5% e depois para 7,6% do PIB em 2005 (Giambiagi, 2006). Este gasto não diminuiu como proporção do PIB uma única vez no período 1988-2006 (Giambiagi, 2006).

Outro gasto que cresceu de forma relevante foi o salário mínimo (Giambiagi, 2006) e é importante lembrar que este aumento do salário mínimo foi o fator que exerceu maior pressão no crescimento do gasto previdenciário, pois dois entre três beneficiários do INSS, recebem o piso previdenciário que é o salário mínimo (Giambiagi, 2006). O salário mínimo real aumentou 170% entre janeiro de 1995 e janeiro de 2013 (Mendes, 2014).

O aumento do salário mínimo, tem também outra consequência, pode aumentar o custo de se empregar mão-de-obra nas empresas, o que desestimula o investimento e tem um impacto negativo sobre o crescimento

Mendes, 2014). Em 1995, o salário mínimo era muito baixo, de modo que as empresas já pagavam acima do mínimo e, portanto, o aumento do salário mínimo não tinha um efeito muito grande no custo das empresas.(Mendes, 2014). Porém, após 20 anos de aumento, o salário mínimo se tornou um importante custo para as empresas, principalmente as que contratam mão-de-obra pouco qualificada, pois o valor agregado a produção passou a ser menor do que o salário mínimo(Mendes, 2014).

Outro gasto que também aumentou com relação ao PIB é o OCC (Outros Custeios e Capital). Esta despesa passou de 5,4% em 2002 para 5,9% do PIB em 2005 com fortes flutuações ao longo do tempo (Giambiagi, 2006). O OCC se divide em 5 subsetores: despesa do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) com seguro desemprego; subsídios e subvenções econômicas; despesas assistenciais com a Lei Orgânica de Assistência Social (LOAS) e com a Renda Mensal Vitalícia (RMV); transferências ao Tesouro Nacional e ao Banco central e despesas primárias do Banco Central; e demais despesas (Giambiagi, 2006). Em 2005, o gasto com o FAT foi de 11% do OCC, o gasto com subsídios e subvenções foi de 9%, o gasto com LOAS e com RMV foi de 8%, o gasto com o Banco Central e com o Tesouro Nacional foi de 2% e com as demais despesas foi de 70%. Estes gastos somados totalizam os 100% do OCC.

O congresso aprovou na terça (09/12/14) o projeto de lei que permite o governo reduzir a meta de superávit primário fixada para 2014, reduzindo de R\$ 116 bilhões para R\$ 10 bilhões (G1, 9 de dezembro de 2014). Pela notícia acima, percebe-se que o governo reduziu a meta em mais de 90% e fez isso por não acreditar ser possível o cumprimento da meta inicial (116 bilhões). O superávit primário é composto dos impostos arrecadados no ano em análise menos os gastos do governo no ano em questão. Acredito que o problema não tenha nos impostos, pois conforme será mostrado a seguir, a carga tributária do Brasil é bastante elevada. Restou então os gastos do governo, acredito também que o problema não tenha nos gastos de investimento (afinal os gastos em infraestrutura representam aproximadamente 2% do PIB), o que leva a pensar que o problema está nos gastos correntes, pois conforme mostrado, estes são muito elevados e crescentes no Brasil. Ou seja, se estes

gastos não fossem tão elevados e crescessem tanto, provavelmente, o governo conseguiria cumprir a meta e não teria a “necessidade” de mudá-la.

Para financiar gastos tão elevados é necessária uma alta carga tributária (Giambiagi, 2006). Em 1991 esta carga era de 24% do PIB, passou para 28% em 1994, chegou a 29% do PIB em 1998 e depois 35% do PIB em 2002 (Giambiagi, 2006) e de acordo com Marcos Mendes (2014) ficou 33,5% em 2011. Alta carga tributária tem um efeito negativo sobre a produtividade e sobre o crescimento, pois o retorno dos investimentos após o pagamento de tributos é reduzido com o aumento da carga, o que desestimula a acumulação de capital físico e humano (Mendes, 2014). A tributação elevada também desestimula o investimento em novas tecnologias, pois parte do ganho que se teria é capturado pelo governo (Mendes, 2014).

Santana, Cavalcanti e Paes (2012) defendem que existe um nível ótimo para o investimento público em infraestrutura, porém eles falam que o consumo das administrações públicas está alto e o investimento público está abaixo do ideal. Eles defendem que o investimento público ideal no caso do Brasil é de 3,75%, que é quase o dobro dos 1,89%, que eles falam que foi o investimento médio registrado nos anos 1995-2006. A ideia do artigo de Santana, Cavalcanti e Paes (2012) é mostrar que não se deve investir pouco em infraestrutura, pois se não o país não desenvolve, mas também não se deve gastar demais, porque assim é necessária uma carga tributária alta para sustentar esses gastos. Porém é importante lembrar que os gastos governamentais não são compostos apenas de infraestrutura, mas também de gastos públicos correntes, assim não necessariamente investimentos altos em infraestrutura exigem uma carga tributária elevada, pois se pode também reduzir os gastos públicos correntes.

Além disso, a preocupação de se investir demais em infraestrutura não é tão pertinente em um país subdesenvolvido ou em desenvolvimento como o Brasil, mas é uma preocupação para países desenvolvidos em que a infraestrutura é boa, como os Estados Unidos. Por exemplo, se o governo de Nova Iorque resolver dobrar os investimentos na infraestrutura da cidade, provavelmente isso não será algo bom para a cidade, pois a infraestrutura lá é muito boa, de modo que os benefícios com esse investimento não seriam muito elevados. Porém, *ceteris paribus*, a perda que a sociedade teria com o aumento

da carga tributária seria alta.

O Brasil não deve se preocupar com isso, por que é um país em desenvolvimento em que o investimento em infraestrutura é muito baixo, que de acordo com Santana, Cavalcanti e Paes (2012) é aproximadamente a metade do ideal. Então o Brasil deve reduzir os gastos públicos correntes em investir muito em infraestrutura.

De acordo com o modelo de Solow, a única forma de se aumentar a taxa de crescimento no longo prazo é aumentando a taxa de progresso técnico (Jones, 2000). A Produtividade Total dos Fatores (PTF), sob as hipóteses de ser exógena, neutra no sentido de Hicks e desincorporada, pode ser utilizada como a taxa de progresso técnico (Sampaio, Porcile e Curado, 2005).

De acordo com Mussolini e Teles (2010), a PTF é a maneira pela qual os insumos (capital e trabalho em geral) são combinados na produção. Assim, dados os insumos, um aumento na produtividade, aumenta o produto. De acordo com os autores, o aumento na PTF pode se dar de duas formas: à partir do progresso técnico, que em uma função de produção seria um deslocamento da fronteira tecnológica, e pelo aumento da eficiência, que seria a aproximação dessa fronteira.

O capital em infraestrutura tem um impacto positivo sob a PTF (Ferreira e Malliagos, 1997). O impacto sobre a PTF está entre 0,48% e 0,49% para um aumento de 1% nos gastos em infraestrutura (Ferreira e Malliagos, 1997). Um aumento de 1% na escolaridade média da PEA aumenta a PTF em 0,58% (Cruz, Texeira e Braga, 2010). Um acréscimo de 1% na extensão de rodovias pavimentadas eleva o PTF em 0,27% e o aumento no potencial de energia elétrica em torno de 0,07% (Cruz, Texeira e Braga, 2010).

Então os gastos em despesas correntes só aumentam o PIB de fato (no curto e no longo prazo) se o PIB corrente for menor do que PIB potencial, porém para financiar altos gastos, *ceteris paribus*, é necessária uma carga tributária elevada. Já o investimento público em infraestrutura, independente disso, aumenta o PIB devido à queda dos custos para as empresas privadas. Vale lembrar que apenas a redução da carga tributária não é favorável para a economia, mas deve-se também elevar o investimento público para melhorar o nível de capital e de bem-estar (Santana, Cavalcanti e Paes, 2012) e também para afetar positivamente as decisões de investimento privado e a atividade

econômica (Mendonça e Almeida, 2011). Quanto a PTF, levando o modelo de Solow em consideração o aumento do crescimento econômico via investimento em infraestrutura se dá apenas a partir da PTF. Porém, relaxando um pouco o que o modelo fala, o investimento em infraestrutura pode aumentar o crescimento de uma maneira direta e uma indireta (Ferreira e Cândido Júnior, 2006). A forma direta é pela queda dos custos das empresas privadas e a indireta é por meio do aumento da PTF (Ferreira e Cândido Júnior, 2006).

### **CAPÍTULO 3: INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

Comparando-se uma economia desenvolvida com uma em desenvolvimento é possível perceber o papel da infraestrutura de transporte na atividade econômica (Macêdo *et al*, 2010). De acordo com Macêdo, Nascimento e Kuwahara (2010), Ballou(2008) defende que o aumento da competitividade de mercado, a garantia de economia de escala na produção e

a queda dos preços da mercadoria depende de um sistema de transportes melhor.

No Brasil, os investimentos maciços em infraestrutura começaram em 1956, no governo de Juscelino Kubitshek (JK) com o Plano de Metas (PM), que era um plano quinquenal cujo o slogan era “50 anos em 5”. O plano foi o mais completo e coerente conjunto de investimento planejados na economia brasileira até então (Orestein e Sochaczewski). O plano foi implementado com sucesso, alcançando a maioria das metas para o setor público e para o privado (Orestein e Sochaczewski). A economia cresceu a taxas elevadas, com relativa estabilidade de preços em um ambiente político democrático, sendo este o único período da história brasileira que reúne estas três características (Orestein e Sochaczewski).

O PM tinha como objetivo realizar investimento de capital público em áreas consideradas básicas ou de infraestrutura para facilitar e estimular os investimentos privados, de modo a elevar o padrão de vida do povo ao máximo compatível com o equilíbrio econômico e com a estabilidade social (Orestein e Sochaczewski). O PM contava com investimentos de cinco principais áreas: energia, transportes, indústria de base, alimentação e educação (Orestein e Sochaczewski). Energia e transportes eram as principais áreas, cujos investimentos totalizavam 71,3% dos recursos, a cargo quase integralmente do setor público (Orestein e Sochaczewski). Para as indústrias de base previa-se 22,3%, com a maior parte dos gastos feitos pelo setor privado ou com financiamento da mesma por entidades públicas (Orestein e Sochaczewski). A educação (integralmente a cargo do setor público) totalizaria 6,4% dos recursos.

Na área de transportes, as principais metas eram para a ferrovia o reaparelhamento do material rodante e a construção de 3110Km sobre um total de 37000Km e para rodovia a construção de 13000Km sobre um total de 460000Km e a pavimentação de 5800Km sobre um total de 23000Km (Orestein e Sochaczewski). O serviço de pavimentação das rodovias atingiu 100% do previsto e a construção de novas rodovias ultrapassou 150% da meta inicial (ebah, 2009). O reaparelhamento das ferrovias atingiu 76% e a construção de novas linhas férreas apenas 20%, o que mostra uma preferência de JK por rodovias (ebah, 2009).

Em 1974, o Brasil estava no governo Geisel, que vigorou no período (1974-1979), e estava em uma crise financeira e industrial iniciadas em 1971 e 1973, o que forçou o governo a escolher entre duas opções: a desaceleração a partir do encurtamento da liquidez e do crédito público ou o aprofundamento do processo de industrialização, utilizando o Estado como indutor do investimento privado (Pinto, 2004). O governo escolheu a segunda opção lançando o II PND (Plano Nacional de desenvolvimento) em 2004 (Pinto, 2004).

O II PND foi um plano que tinha por objetivo a superação da crise internacional condição de subdesenvolvimento brasileira (Pinto, 2004). Para isso houve um incentivo para o investimento nas indústrias de bens intermediários e de capital e em infraestrutura (Pinto, 2004).

O II PND, foi o primeiro grande esforço de investimento em infraestrutura que ocorreu após o PM. A maioria dos investimentos do II PND eram financiados pelo BNDE (Banco Nacional de desenvolvimento Econômico) que totalizou 75% da fonte de recursos (Pinto, 2004). No que tange a infraestrutura os investimentos totais seriam de U\$ 70,4 bilhões (Pinto, 2004). E em investimento e infraestrutura de transporte previu-se U\$ 27 bilhões (Pinto, 2004). Em 1974 havia 41,2 mil Km de rodovias pavimentadas e pretendia-se chegar em 1979 a 63 mil Km (Pinto, 2004). Havia 33,5 mil Km de rodovias não-pavimentadas em 1974 e pretendia-se chegar em 1979 a 45,8 mil Km (Pinto, 2004). Com relação as ferrovias, houve em 1974 um investimento de 12,5 (Cr\$ em bilhões de 1979) e pretendia-se chegar em 1979 a 28 (Cr\$ em bilhões de 1979) (Pinto, 2004). Com relação a navegação, em 1974 havia um total de frota de 4205 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 9438 mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia um total de frota de longo curso de 3436 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 8079 mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia um total de frota de cabotagem de 612 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 967 mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia um total de frota de navegação no interior de 157 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 392mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia um total de frota de navegação em petroleiro de 1297 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 2280 mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia um total de frota de navegação em graneleiros de 783 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 2089 mil TPBs (Pinto, 2004). Em 1974 havia

um total de frota de navegação mista de 819 mil TPBs e pretendia-se chegar em 1979 a 2546 mil TPBs (Pinto, 2004).

Em 2000 percebeu-se que o investimento em infraestrutura é custoso tanto para o estado como para a iniciativa privada, por isso em 2004, no primeiro governo Lula, criou-se as Parcerias Público-privadas (PPP's) (Rafael Mozart *et al*). A lei das PPP's de 2004 abrange um conjunto de normas para regular as licitações e contratação de parcerias público-privadas no âmbito da administração pública, sendo um instrumento que aumenta a capacidade do Estado em satisfazer as demandas políticas, econômicas e sociais (Rafael Mozart *et al*).

As PPP's funcionam como um Project Finance, que é uma forma de financiamento de capital economicamente separável, em que os fluxos de caixa são a fonte de pagamento dos empréstimos, assim os emprestadores analisam o fluxo de caixa de um projeto de investimento para repagamento, sem recorrer ao patrocínio de ações ou do setor público para o pagamento do empréstimo (Rafael Mozart *et al*).

O governo está otimista com as PPP'S, espera investir em transportes um montante 61,84% maior no período 2012-2015 do que em 2007-2010 (Rafael Mozart *et al*).

Devido a vinculação entre infraestrutura e crescimento, a necessidade do país crescer a taxas superiores às observadas nas últimas décadas, o que leva a necessidade de aumentar o investimento em transportes, em 2006, foi criado o PNLT (Plano Nacional de Logística e Transportes), que além de usar investimentos públicos para resolver os problemas acima, pretende contar com investimentos privados (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). O PNLT é um plano de desenvolvimento para implantação de infraestrutura na área de transportes, que possui uma visão de longo-prazo no que tange aos problemas de infraestrutura no país, contrapondo-se a uma visão de curto prazo, criado não apenas para fazer mudanças incrementais na matriz de transportes brasileira, mas para fazer mudanças estruturais (Ministério dos Transportes, 2012).

Agora, vamos analisar os problemas existentes em cada modal devido ao baixo investimento em infraestrutura nas últimas décadas. Nas rodovias, há níveis insuficientes de conservação e recuperação das rodovias; déficit da

capacidade de malha nas regiões desenvolvidas; inadequação da cobertura de rodovias nas regiões em desenvolvimento (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Nas ferrovias, há invasões nas faixas de domínio; quantidade excessiva de passagens de nível; faltas de contornos em áreas urbanas; baixa extensão e cobertura da malha (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Em portos há limitações ao acesso marítimo e ao terrestre; deficiências de retroárea e berços; Modelo gerencial de administração portuária desatualizado. (UFSM e Ministério dos transportes, 2012). Em hidrovias, há restrições de calado; deficiências de sinalização e balizamento; restrições a navegação (UFSM e Ministério dos transportes, 2012).

Para resolver os problemas acima, o PNLT tem sua política voltada para: atender a demanda do crescimento interno e do comércio internacional; reduzir a ineficiência com relação aos custos, tempo de viagem e acidentes; estruturar corredores para o escoamento da produção; estimular a maior participação dos modais rodoviário e ferroviário; estimular a indústria do turismo; consolidar a ligação do país com países limítrofes (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Com isto o PNLT espera: superar os limites estruturais da infraestrutura de transportes; alcançando um nível mais alto de investimento público em transportes; ampliar a cobertura geográfica da infraestrutura de transportes assegurar que o novo patamar de investimentos em infraestrutura de transportes seja suficiente para que esta infraestrutura seja um fator indutor e catalisador do desenvolvimento; regatar o planejamento; fortalecer a capacidade de gestão do setor; ampliar as parcerias com a iniciativa privada (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

O PNLT possui ideias-força, que sintetizam as suas diretrizes, que são: planejamento nacional de caráter indicativo; este planejamento é para o estado brasileiro e não para um governo; continuidade como processo do Ministério dos Transportes; o PNLT é atrelado a uma visão de desenvolvimento econômico de médio e longo prazo; planejamento do sistema nacional de transportes com um caráter nacional e federativo; orientado para a multimodalidade e para a racionalidade da matriz de transportes; fatores não tradicionais considerando fatores logísticos e de nexos político; gestão institucional do plano – readequação do planejamento do setor federal de

transportes; compromisso com o território, a segurança nacional e o meio ambiente (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Para conseguir seus objetivos, o PNLT dividiu o Brasil no que denominou vetores logísticos baseado na aproximação macro-regional entre as regiões, na aproximação micro-regional e setorial, na aproximação dos corredores de transporte e na aproximação da sustentabilidade ambiental (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Vetores logísticos são espaços brasileiros que são homogêneos sobre o ponto de vista de: produções; deslocamentos preponderantes mercados e exportações; interesses da sociedade; capacidades tecnológicas e gerenciais; problemas e restrições, que podem resultar em um esforço conjunto para a superação dos entraves e desafios (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

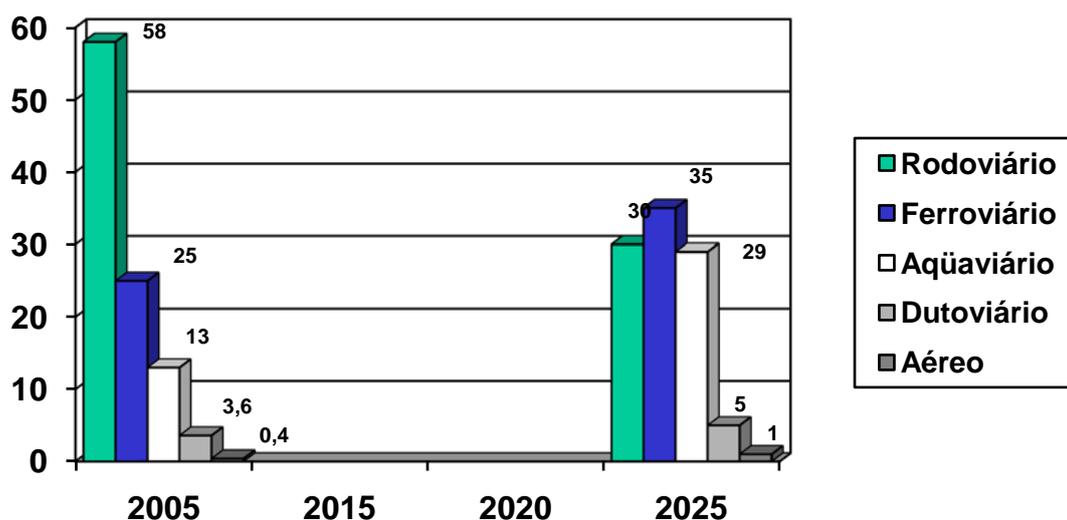
Existem algumas informações estratégicas de carga que o PNLT pretende usar para alcançar os seus objetivos (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Estas informações são: Atualmente a carga geral está alocada majoritariamente no modal rodoviário principalmente devido à confiabilidade, prazos e tempos e questões de natureza fiscal; isto gera alguns gargalos em rodovias que poderiam ser superados pela migração para outros modais ao invés de ampliações da capacidade rodoviária; dados recentes de operação ferroviária e de cabotagem sugerem que importantes fluxos de carga containerizada estão sendo gradualmente captados por esses modais, o que deverá aliviar os fluxos rodoviários; esse processo de migração se consolidará com a expansão da malha ferroviária e a melhoria das condições operacionais das hidrovias e dos portos (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

A multimodalidade e o equilíbrio da matriz de transportes, objetivos do PNLT pressupõe um importante papel para os portos, assim deve-se considerar: os portos são o elo natural para o escoamento da produção, devido ao atendimento aos fluxos de exportação e a distribuição nacional; na modelagem de transportes do PNLT não foi imposta restrição de capacidade aos portos marítimos, permitindo a alocação dos fluxos de carga aos portos que melhor atendem aos parâmetros de menor custo dos transportes (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

O PNLT recomendou estudos de priorização dos portos públicos nacionais ao CENTRAN, que resultou em seis unidades principais: Santos-SP,

Itaguaí-RJ, Rio Grande-RS, Suape-PE, Paranaguá-PR e Itaqui-MA(UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Atualmente, em consulta com os usuários desses portos desenvolveu-se um diagnóstico sobre a infraestrutura de acessos aquaviários e terrestres, bem como a infraestrutura portuária, incluindo tecnologia da informação e da comunicação para a agilização de processos burocráticos, visando a redução dos tempo de carga e descarga (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Segundo UFSM e Ministério dos Transportes(2012), em aproximadamente 20 anos será possível equilibrar a matriz de transportes ficando: 30% de modal rodoviário, 35% de ferroviário, 29% de aquaviário, 5% de dutoviário 1% de aéreo, conforme mostra no gráfico 3.1.

**Tabela 3.1**



Fonte: Ministério dos Transportes

O PNLT pretende dar prioridade aos investimentos em transporte ferroviário e hidroviário porque tem menores custos de operação e frete por tonelada-quilômetro-úteis (TKU) em relação ao transporte rodoviário, resulta em menores emissões de gases poluentes, a rede hidroviária no país oferece oportunidade de estruturar o seu sistema básico de transportes com maior eficiência energética, menor consumo de combustível e menor poluição atmosférica (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

O Programa de aceleração do crescimento (PAC), surgiu em 2007 como um programa de investimentos, com a área de transportes baseada no PNLT, que visa superar os desafios na infraestrutura e para isso pretende: organizar a ação do governo e apoiar o setor privado num horizonte de 4 anos; Construir um ambiente para o país crescer mais, realizando estudos, projetos e obras de infraestrutura (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). O PAC, que ficou conhecido como PAC 1, durou de 2007-2010 e investiu R\$ 80 bilhões em transporte (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). O PAC 2 é um programa de continuidade do PAC, que vigorou no período (2011-2014) e que o governo estimou investir R\$ 104 bilhões em transporte (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

As propostas para o PAC 2 para as rodovias foram: expansão do sistema rodoviário, manutenção e segurança rodoviária e estudos e projetos (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Com relação a expansão do sistema rodoviário visava-se: a duplicação e adequação de capacidade de eixos estratégicos para a eliminação de pontos de estrangulamento, a adequação de capacidade em pontos críticos e para melhoria nos acessos aos portos; a construção e pavimentação de eixos estratégicos para a incorporação de novas regiões ao processo de desenvolvimento, a promoção da integração física do Brasil com os países vizinhos e a complementação de rodovias estruturantes; construção de contornos e travessias em áreas urbanas para a separação do tráfego de longa distância do tráfego local, com redução de congestionamentos, tempos de viagem e acidentes (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Com relação a manutenção e segurança rodoviária, o governo desejava a manutenção das rodovias com a preservação do patrimônio rodoviário existente, com serviços de recuperação, conservação e sinalização em toda a malha rodoviária federal, criar o Plano Nacional de Pesagens com o controle de sobrecarga dos veículos para preservar a vida útil das rodovias e o controle de velocidade para a queda do índice de acidentes (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Com relação a estudos e projetos visava-se garantir um portfólio de um projeto que subsidiasse os investimentos em infraestrutura rodoviária (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Para as ferrovias, as propostas dos PAC 2 foram a expansão da malha ferroviária com a estruturação de um sistema ferroviário moderno, integrado e de alta capacidade, conectando as áreas de produção mineral e agrícola aos principais portos para atender ao consumo e facilitar a movimentação de contêineres; aumento da capacidade da malha atual melhorando os trechos que apresentam restrição da capacidade devido a demanda de transporte com a duplicação de linhas, construção de variantes e melhorias de traçado e de conexão com os portos e eliminando pontos de conflito de travessias de zonas urbanas com o equacionamento de passagens de nível e implantação de contornos ferroviários; estudos de ferrovias para a integração multimodal desenvolvendo estudos desenvolvendo estudos de ampliação e que buscam uma melhor utilização da malha de infraestrutura, para utilizar o potencial das ferrovias na integração com os sistemas rodoviário e hidroviário, para reduzir os custos logísticos e alcançar uma eficiência operacional maior; desenvolvimento de estudos para a implantação de trens de alta velocidade, conectando os principais centros urbanos do país e proporcionando melhorias de mobilidade, de serviços, conforto e tempo de viagem, com segurança (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Com relação a expansão da malha ferroviária visava-se: a construção da Ferrovia Oeste-Leste para o escoamento da região de produção do oeste baiano e de minerais das jazidas de Caetité para o porto de Aritaguá, no trecho de Ilhéus (BA) para Barreiras (BA) com 990 Km de extensão e com o custo previsto em R\$ 4,2 bilhões; a construção da Ferrovia de Integração do Centro Oeste que ligaria a Ferrovia Norte-Sul à região de Lucas do Rio Verde, no trecho de Uruaçu (GO) para Lucas do Rio Verde (MT) com 1004 Km de extensão e com o custo previsto em R\$ 4,1 bilhões; a construção do Ferronorte, visando prolongar a ferrovia à área produtora de grãos, para aumentar o potencial de captação de cargas e oferecer uma alternativa competitiva de escoamento, no trecho de Alta Araguais (MT) para Rondonópolis (MT) com 280 Km de extensão e com o custo previsto em R\$ 780 milhões; a construção da Ferrovia Transnordestina para facilitar o atendimento de novas regiões de produção agrícola no nordeste, o que permite escoamento rápido com custos menores, no trecho de Elise Martins (PI) para Pecém (CE) e depois Suape (PE) com 2278 Km de extensão e com o custo previsto em R\$ 5,4 bilhões

(UFSM e Ministério dos Transportes, 2012). Com relação aos trens de alta velocidade visava-se a sua implantação no trecho de Rio de Janeiro (RJ) para São Paulo (SP) e depois Campinas (SP) com 511 Km de extensão e com o valor de participação da União de R\$ 3,5 bilhões e estudos de viabilidade para a implantação de trens de alta velocidade nos trechos de Alta Campinas (SP) para Belo Horizonte (MG) com 530 Km de extensão, São Paulo (SP) para Curitiba (PR) com 410 Km de extensão, Campinas (SP) para o triângulo mineiro (MG) com 540 Km de extensão (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

As propostas para o PAC 2 para as hidrovias foram: estruturação de corredores hidroviários com a execução de obras de dragagem, manutenção, sinalização, balizamento e também terminais para ampliar a movimentação de cargas por hidrovias; construção de terminais hidroviários assegurando a infraestrutura portuária adequada para a movimentação de cargas e pessoas; estudos e projetos hidroviários com o intuito de identificar os fluxos de transporte apropriadas ao modo hidroviário e quantificar os investimentos necessários (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Com relação a estruturação de corredores hidroviários visava-se: a estruturação do Corredor do Madeira para aumentar o tempo anual de navegação para escoamento da produção de soja do Centro-Oeste e de Rondônia, gerando aumento da capacidade de transporte de 10 para 20 milhões de t/ano e redução dos custos operacionais dos portos e terminais no Rio Madeira no trecho de Porto Velho (RO) para Itacoatiara (AM) com 1156 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 466 milhões e no Rio Amazonas no trecho de Itacoatiara (AM) para Manaus (AM) com 240 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 20 milhões; a estruturação do Corredor do Tapajós para garantir o melhor escoamento da produção agrícola na região e diminuir os custos de transportes das regiões das cargas que vieram das BRs 163 e 230 retirando os caminhões do trecho até Santarém no trecho de Miritituba (PA) para Santarém (PA) com 290 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 48 milhões; a estruturação do Corredor do Tocantins para ampliar a extensão navegável na região central do país, facilitar o escoamento de grão, fertilizantes e minérios e aproveitar o potencial das eclusas de Tucuruí – 70 milhões de t/ano no trecho de Imperatriz (MA) para Vila do Conde (PA) com 900 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 805 milhões; a estruturação

do Corredor do São Francisco para ampliar o fluxo da malha hidroviária no sentido Centro Oeste/Minas Gerais até o Nordeste atendendo a movimentação de cargas e passageiros da região trazendo de volta os transportadores que migraram para outros modais de transporte no trecho de Pirapora (MG) para Juazeiro (BA) com 1198 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 426 milhões; a estruturação do Corredor do Paraná-Tietê para ampliar a capacidade de carga a ser transportada, aumentando a competição em uma importante região produtora de grãos e ampliando a extensão navegável da hidrovia do Paraná no trecho de Guaíra (PR) para UHE porto primavera com 245 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 145 milhões; a estruturação do Corredor do Mercosul para garantir a navegação internacional durante o ano todo e assim aumentar a competitividade do agronegócio para melhorar o escoamento da produção e atender o abastecimento interno e externo nos trechos de Rios Jacuí, Taquari, Gravataí, Sinos, Caí e Camacã, Lagoas: Mirim e dos Patos, Canal de São Gonçalo com 997 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 166 milhões; a estruturação do corredor do Paraguai para ampliar a extensão navegável da hidrovia do Paraguai e o fluxo de embarcações de carga na malha hidroviária no trecho de Cáceres (MT) para o Rio Apa com 1323 Km de extensão com o custo previsto de R\$ 126 milhões (UFSM e Ministério dos Transportes, 2012).

Com relação a construção de terminais hidroviários visava-se fazer como o exposto na seguinte tabela:

**Tabela 3.2 – Construção de terminais hidroviários**

<b>Intervenção</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Até 2010</b>	<b>2011 - 2014</b>	<b>Pós 2014</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TERMINAIS HIDROVIÁRIOS</b>					
Amazonas	12	9	258	0	266
Rondônia	5	0	66	0	66
Pará	13	0	95	0	95
Acre	4	0	56	0	56
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>475</b>	<b>0</b>	<b>484</b>

Fonte: Ministério dos Transportes

E com relação aos estudos e projetos hidroviários visava-se fazer como o exposto na seguinte tabela:

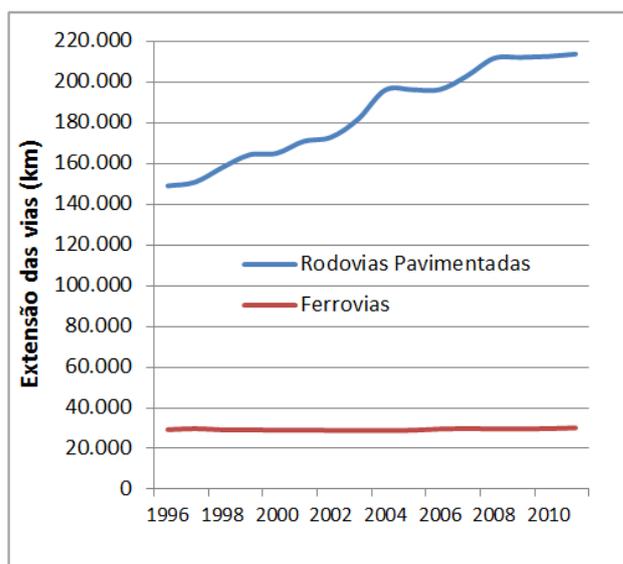
**Tabela 3.3 – Estudos e projetos hidroviários**

<b>Intervenção</b>	<b>2011-2014</b>
<b>ESTUDOS HIDROVIÁRIOS</b>	
Complementação do FNET e elaboração do Plano Hidroviário Estratégico	13
Elaboração de um sistema de gerência de hidrovias	10
Bacias dos rios Tapajós - Teles Pires	8
Bacia do rio Tocantins	8
Bacia do rio Parnaíba	8
Bacia dos rios Paraná - Tietê	10
Bacia do corredor do Mercosul	6
Desobstrução do Taquarí	6
Implantação de terminal de carga em Guaíra	2
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>

Fonte: Ministério dos Transportes

Em 2009, havia 212148 Km de rodovias pavimentadas, em 2010 aumentou para 212618 Km e em 2011 para 213722 Km. Em 2009 havia 29637 Km de ferrovias em atividade, passou para 29747 Km em 2010, e em 2011 chegou a 30111 Km. Conforme mostra a figura 3.4.

**Figura 3.4 – Evolução da Extensão das malhas rodoviária e ferroviária entre 1996 e 2011**



Ano	Rodovias Pavimentadas	Ferrovias
1996	149.000	29.301
1997	150.836	29.746
1998	158.000	29.213
1999	164.247	29.144
2000	164.997	29.060
2001	170.903	29.058
2002	172.880	28.925
2003	181.763	28.879
2004	196.095	28.874
2005	196.244	28.977
2006	196.280	29.596
2007	202.964	29.817
2008	211.678	29.596
2009	212.148	29.637
2010	212.618	29.747
2011	213.722	30.111

Fonte: Ministério dos transportes

Em dois anos (2011 e 2012) os investimentos no PAC 2 totalizaram R\$ 27,7 bilhões em transportes, sendo que foram concluídas 1479 Km de rodovias e há intervenções em mais 8 mil Km (EBC, 22/02/2013). Com relação às obras em andamento, há 2721 Km de duplicação e adequação e 53381 Km são de manutenção (EBC, 22/02/2013). Foram concluídas obras em 15 aeroportos, sendo que entre elas há a expansão dos aeroportos de Cuiabá, Goiana, Guarulhos, Porto Alegre e Vitória, que, de acordo com o governo, aumentaram a sua capacidade em 14 milhões de passageiros por ano (EBC, 22/02/2013). Dezenove intervenções de reforma e ampliação estão em andamento em outros aeroportos, como os de Florianópolis, Fortaleza, Foz do Iguaçu, Manaus e Salvador (EBC, 22/02/2013). Está também ocorrendo investimentos em dragagens, ampliações de cais e píeres concluídos nos principais portos brasileiros, permitindo a operação de navios de grande porte (EBC, 22/02/2013). No transporte em hidrovias, foram iniciadas as obras da bacia do Tietê e a construção de 21 terminais hidroviários, com 75% executados (EBC, 22/02/2013). No setor Ferroviário, entrou em operação o trecho de 113 Km entre o Alto Araguaia e Itiquira da rodovia que chegará até Rondonópolis (MT), que é um dos estados com maior crescimento da produção agrícola nacional nas últimas décadas (EBC, 22/02/2013). Tem grandes obras em andamento

como os 1089 Km da Ferrovia Norte-Sul e os 874 Km da Nova Transnordestina (EBC, 22/02/2013).

Os investimentos do Ministério dos Transportes subiram de R\$ 15,5 bilhões em 2012 para R\$ 16,3 bilhões em 2013 (Portal Brasil, 30/07/2014). Houve uma duplicação dos investimentos em ferrovias, que passaram de R\$ 1,04 bilhão para R\$ 2,5 bilhões (Portal Brasil, 30/07/2014). Houve investimento do PAC 2 em rodovias e dentre eles destacam-se a adequação e duplicação de 219,1 Km, construção de 485,8 Km e a manutenção de 53 mil quilômetros de rodovias pavimentadas (Portal Brasil, 30/07/2014). Com relação às ferrovias, houve execução de trechos da Ferrovia Norte-Sul, com investimentos de R\$ 6,04 bilhões, o investimento de R\$ 4,23 bilhões na Ferrovias Oeste-Leste e de 7,53 bilhões na construção da Nova Transnordestina (Portal Brasil, 30/07/2014). Com relação às hidrovias, foram executadas ações em aproximadamente 9 mil Km de hidrovias federais para garantir a navegabilidade nos rios como sinalização, deslocamentos, dragagens de manutenção e proteção de pilares de pontes e hidrovias (Portal Brasil, 30/07/2014).

Apesar dos esforços de investimento do PAC, o PAC teve pouco efeito sobre PIB (estadão, 18/07/2011). No auge dos investimentos do PAC (2010), o Brasil investiu em infraestrutura apenas 2,53% do PIB, o que é muito distante do investimento em infraestrutura necessário para alavancar o crescimento (estadão, 18/07/2011). O PAC provocou uma elevação muito baixa no investimento em infraestrutura como proporção do PIB, pois na década passada o investimento em infraestrutura no Brasil era de 2,32% do PIB (estadão, 18/07/2011). Em 2007, o investimento em infraestrutura foi de 2,05%, ou seja, o PAC aumentou o investimento em apenas 0,5% (estadão, 18/07/2011). Para Frischtak, o investimento em infraestrutura deveria ser de 6% do PIB (estadão, 18/07/2011), e nós estamos investindo menos da metade deste montante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações apresentadas percebe-se que o país está crescendo muito pouco (menos de 2%). O presente trabalho mostrou o efeito do investimento em infraestrutura sobre o crescimento, tentando encontrar um possível motivo para o baixo crescimento brasileiro apresentado nas últimas décadas.

O que tentou se mostrar é que um dos motivos deste baixo crescimento foi os baixos investimentos em infraestrutura (em torno de 2%). De modo que, caso o país estivesse investindo um montante consideravelmente superior (por exemplo, 5% do PIB) ao que está investindo agora provavelmente estaria crescendo bem mais (6%, por exemplo).

Nesse sentido, a infraestrutura precária é um gargalo ao crescimento do país (Frischtak,2008), pois desestimula significativamente os investimentos privados na economia, de modo a capacidade produtiva fica praticamente inalterada ao longo do tempo. Assim é difícil manter um crescimento elevado de forma sustentada.

No trabalho, deu-se ênfase à infraestrutura de transporte, devido a precariedade desta no país, o efeito disto sobre os custos dos produtos e ao grande impacto que o investimento neste setor tem sobre o PIB. Afinal muitas das diferenças entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos ou em desenvolvimento são explicadas pela infraestrutura de transportes (Macêdo *et al*, 2010).

Apesar dos esforços nos últimos anos por parte dos governos de aumentar o investimento em infraestrutura, com a criação do PAC1 e PAC2, e de aumentar isoladamente o investimento em infraestrutura de transporte, com a criação do PNLT, o governo não obteve êxito. O investimento em infraestrutura cresceu apenas 0,5% do PIB com a criação do PAC(estadão, 18/07/2011). Um dos possíveis motivos de não ter se aumentado o investimento em infraestrutura de forma significativa são os elevados gastos correntes, pois sobrou menos recursos para se investir em infraestrutura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jones, H. **Modernas Teorias do Crescimento Econômico.** (1979) São Paulo: Atlas. Cap 3

Domar, E. **Expansão e Emprego** In: Shapiro, E. (ED). *Análise Macroeconômica – Leituras Seleccionadas.* São Paulo: Atlas

Jones, C. (2000) **Introdução À Teoria do Crescimento Econômico.** Rio de Janeiro: Campus. Caps 2, 4, 5, 8

Solow, R. M. (1956) **A Contribution to the Theory of Economic Growth.** The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94

Solow, R. M. (1957) **Technical Change and the Aggregate Production Function.** The Review of Economics and Statistics, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320

Romer, P. M. (1990) **Endogenous Technological Change.** Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems, pp. S71-S102

Bertussi, G. L. and Ellery Junior, R. (2012) **Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil.** Journal of Transport Literature, vol. 6, n. 4, pp. 101-132.

Giambiagi, F. (2006) **A POLÍTICA FISCAL DO GOVERNO LULA EM PERSPECTIVA HISTÓRICA: QUAL É O LIMITE PARA O AUMENTO DO GASTO PÚBLICO?** planejamento e políticas públicas, n. 27.

Giambiagi, F. (2008) **18 anos de política fiscal no Brasil: 1991-2008.** Econ. aplic., São Paulo, v. 12, n. 4, p. 535-580.

Giambiagi, F. (1997) **A Crise Fiscal da União: O que aconteceu recentemente?** Revista economia Aplicada, vol. 17, n.1 (65).

Ferreira, P. C. G. and Malliagos, T. G. (1997) **Impactos Produtivos da Infra-estrutura no Brasil: 1950-1995.**

Sampaio, A V; Porcile, G. and Curado, M. (2005) **Produtividade Total dos Fatores: Aspectos Teóricos e Evidências Brasileiras.** Economia & Tecnologia, Ano 01 – Vol. 03.

Mendonça, H. F. and Almeida, J. L. (2010) **Gastos Públicos em Infraestrutura, Investimento Privado, e Atividade Econômica: A experiência brasileira no período recente.**

Cruz, A. C.; Teixeira, E. C. and Braga, M. J. (2010) **Os Efeitos dos Gastos Públicos em Infraestrutura e em Capital Humano no Crescimento Econômico e na Redução da Pobreza no Brasil.**

Montes, G. C. and Reis A. F. (2011) **Investimento Público em infraestrutura no período pós-privatizações.** Economia e Sociedade, Campinas, v.20, n.1 (41), p. 167-194.

Ferreira, P. C. G. and Cândido Júnior, J. O. (2006) **Efeitos do Investimento Público sobre o Produto e a Produtividade: Uma Análise Empírica.**

Rodrigues, R. V. and Teixeira, E. C. (2010) **Gasto Público e Crescimento Econômico no Brasil: Uma Análise Comparativa dos Gastos das Esferas de Governov.** 64, n. 4, p. 423–438.

Santana, P. J.; Cavalcanti T. V. V. and Paes N. L. (2010) **Impactos de Longo Prazo de Reformas Fiscais sobre a Economia Brasileira** v. 66, n. 2, p. 247–269.

Mussolini, C. C.; Teles, V. K. (2010) **Infraestrutura e Produtividade no Brasil** Revista de Economia Política, vol. 30, nº 4 (120), pp. 645-662

**G1. Congresso conclui votação de projeto que reduz meta de superávit.**

Disponível em: <http://g1.globo.com/politica/noticia/2014/12/congresso-conclui-votacao-de-projeto-que-derruba-meta-fiscal.html>

Mendes, M. (2014) **POR QUE O BRASIL CRESCE POUCO?: desigualdade, democracia e baixo crescimento no país do futuro** 1. ed , Rio de Janeiro Elsevier.

Vizioli, T. R.; Bertussi, G. L. (2014) **INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA E CRESCIMENTO ECONÔMICO: O CASO BASILEIRO DE 2000 A 2012** Universidade de Brasília.

Portal Brasil. **Ministério dos Transportes aponta aumento nos investimentos.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/educacao>

EBC. **PAC 2: investimentos em obras de transporte totalizam R\$ 27,7 bilhões em dois anos.** Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-02-22/pac-2-investimentos-em-obras-de-transporte-totalizam-r-277-bilhoes-em-dois-anos>

Estadão. **Estudo Mostra que PAC tem pouco impacto no PIB.** Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,estudo-mostra-que-pac-tem-pouco-impacto-no-pib,76365e>

Pinto, M. A.C. (2004) **O BNDES e o Sonho do Desenvolvimento: 30 Anos de Publicação do II PND** REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO, V. 11, N. 22, P. 51-79

Frischitak, C. R. (2008) **O INVESTIMENTO EM INFRA-ESTRUTURA NO BRASIL: HISTÓRICO RECENTE E PERSPECTIVAS** pesquisa e planejamento econômico | ppe| v. 38 | n. 2

Mozart, R.; Senna, E.; Lima Júnior, O. F. **Utilização da Parceria Público-Privada (PPP) em empreendimentos Logísticos no Brasil** LT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP

Oreitein, L.; Sochaczewski, A. N. **DEMOCRACIA COM DESENVOLVIMENTO: 1956-1961**

Silva, G. J. C.; Jayme Júnior, F. G.; Martins, R. S. (2009) **Gasto público com infraestrutura de transporte e crescimento: uma análise para os estados brasileiros (1986-2003)** Economia & Tecnologia – Ano 05, Vol. 16

UFSM e Ministério dos Transportes (2012) **PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes**

Macêdo, C. S.; Nascimento, J. C.; Kuwahara, N. **Estudo comparativo da análise hierárquica com multiobjectivo para seleção de projetos públicos de investimento em infra-estrutura de transporte** TRANSPORTES, v. XVIII, n. 2, p. 46-52, junho 2010