

## Os impactos de uma elevação dos investimentos em infraestrutura no Brasil: uma análise referente a 2015<sup>1</sup>

André Bueno: Mestre e doutorando em Teoria Econômica pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE-UNICAMP). E-mail para contato: [andrecbueno17@gmail.com](mailto:andrecbueno17@gmail.com).

Fernando Sarti: Professor doutor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp). E-mail: fersarti@eco.unicamp.br.

**Resumo:** O déficit estrutural no setor de infraestrutura brasileiro é histórico, acarretando em: entraves para a economia, menor produtividade e competitividade, além de um menor crescimento. Assim, é fundamental a expansão dos investimentos no setor, especialmente no contexto que o Brasil perpassa, de baixo dinamismo e deterioração de sua estrutura produtiva. Efetua-se aqui, por meio do instrumental de insumo-produto, uma simulação de expansão dos investimentos em infraestrutura para 4% do PIB. Os resultados obtidos fortalecem a hipótese de que investimentos em infraestrutura são capazes de sustentar e induzir a atividade econômica, sendo centrais para a retomada de dinamismo da economia brasileira.

**Palavras-chave:** Investimento em infraestrutura; Crescimento econômico; Matriz de Insumo-Produto; Matriz de Absorção do Investimento.

**Área temática:** 4. Políticas Públicas e Planejamento Regional e Urbano

---

<sup>1</sup> Este artigo resulta de uma adaptação da dissertação intitulada *Evolução e impactos dos investimentos em infraestrutura no Brasil entre 2000 a 2015: uma análise de Insumo-Produto*, defendida em 2019.

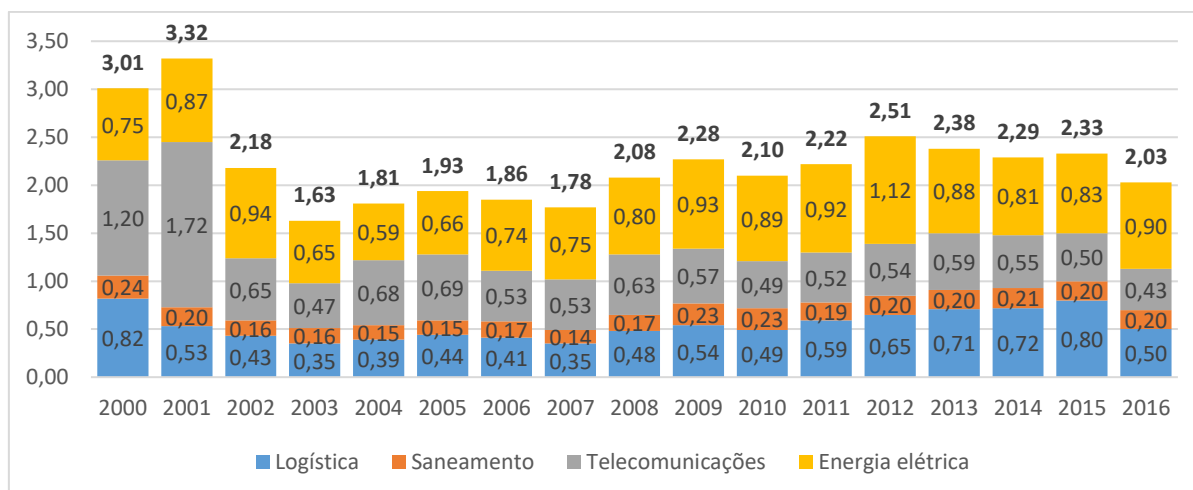
## 1. Introdução

A infraestrutura possui uma importância elementar para o funcionamento da economia. É por meio dela que a base do sistema produtivo está fundamentada, fornecendo uma gama de serviços e insumos básicos para o desempenho apropriado de distintas atividades econômicas. Ademais, possui a característica de proporcionar economias externas entre os diversos setores e, ainda, impactar intensamente sobre os fluxos de comércio internacional. Por conseguinte, um nível de estoque de infraestrutura insuficiente pode acarretar elevados entraves para o funcionamento pleno da atividade econômica, com perdas de produtividade e de competitividade, fatores primordiais para o processo de crescimento, o que reduz o produto potencial da economia (ROZAS & SÁNCHEZ, 2004).

Hirschman (1958), em seu trabalho pioneiro, ressalta que um patamar insuficiente de Capital Fixo Social (infraestrutura) acarreta uma debilitação dos encadeamentos produtivos e, assim, da atividade econômica. Portanto, conclui que a infraestrutura é um fator importante para a indução de novos investimentos e o crescimento econômico. Outros autores, como Dávila-Fernández (2015) e Fleury (2009), enfatizam que os investimentos em infraestrutura podem ser considerados como um instrumento de política industrial de base, devido às suas características.

No que tange ao caso brasileiro, o país possui imensos déficits de infraestrutura que, por sua vez, provocam inúmeras externalidades negativas para a atividade econômica. No que se refere à ampliação da infraestrutura, esta procedeu-se principalmente durante as décadas de 1970 e, de forma mais atenuada, de 1980, sendo as prestadoras de serviços majoritariamente estatais (BIELSCHOWSKY, 2002). Após tal período, os investimentos no setor caíram de forma abrupta, não alcançando novamente tais patamares. Embora o setor tenha perpassado por um processo de privatização na década de 1990, como uma tentativa de alavancar as suas inversões, apenas com a implementação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, observou-se certa evolução nesse quesito (Gráfico 1).

Gráfico 1: Investimentos em infraestrutura por segmento no período 2000-2016 (em % do PIB)

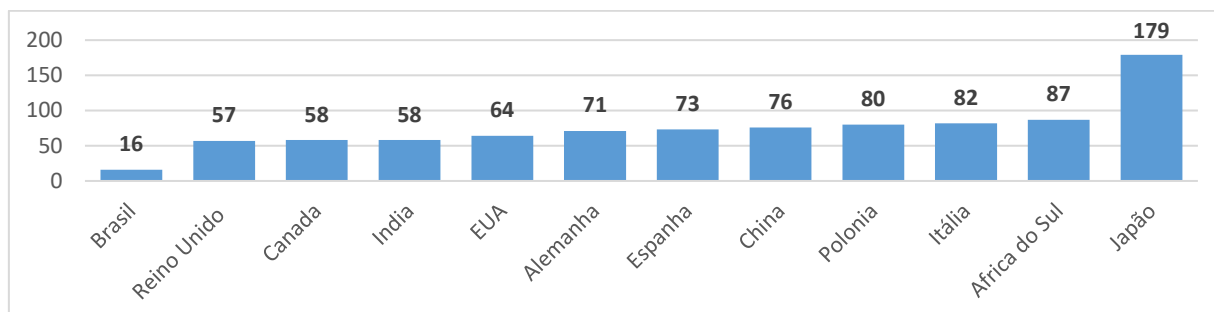


Fonte: Puga e Gabrielli (2018)

Todavia, os investimentos em infraestrutura apresentaram apenas certa retomada. Os patamares desses investimentos ainda se mostraram extremamente abaixo dos níveis da década de 1970 e, também, dos requisitados pela atividade econômica. Indubitavelmente, tal conjuntura acarretou um estoque de capital insuficiente no setor, sendo transmitido para os imensos déficits estruturais que o país apresenta, impactando negativamente na esfera econômica e social. Em alguns segmentos de infraestrutura, os investimentos realizados não são capazes de repor o capital depreciado, sendo que tal fato veio a ser agravado com a crise

atual brasileira, intensificando os gargalos estruturais já existentes. De acordo com Pereira e Puga (2016), os investimentos em infraestrutura no Brasil encontram-se significativamente abaixo da média mundial (3,5%), especialmente em países com um maior dinamismo de suas economias (China e Índia).

Gráfico 2: Total de estoque de capital no setor de infraestrutura em % do PIB.



Fonte: Mckinsey Global Institute (2013)

De fato, a precariedade em que se encontra o setor de infraestrutura é retratada no Gráfico 2. O estoque de capital do setor é de apenas 16% do PIB, mais de quatro vezes menor do que a média mundial, em torno de 70%. A expansão dos investimentos em infraestrutura no Brasil, portanto, faz-se fundamental para o processo de crescimento, particularmente no cenário vigente brasileiro, de esgotamento do crescimento<sup>2</sup> e a necessidade de um novo *driver* (SARTI, 2015). Tendo em vista o elevado déficit estrutural, há um vasto campo de ampliação no setor, o que acarretaria um grande vetor de dinamismo para a economia com a sua expansão.

A potencialidade do investimento em infraestrutura, como sustentador e indutor do próprio investimento e da demanda agregada por ser um gasto autônomo, faz com que a sua expansão possa elevar a taxa de crescimento do Brasil. No curto prazo, os investimentos em infraestrutura podem sustentar a atividade econômica por mobilizarem um elevado montante de capital e, principalmente, de emprego, por criar muitos postos de trabalhos. No longo prazo, a maturação dos investimentos proporciona diversos benefícios à economia com seu poder de difusão e de elevados encadeamentos. Em outras palavras, a expansão dos investimentos em infraestrutura pode acarretar a elevação da taxa de inversão e, por sua vez, promover a transformação necessária na estrutura produtiva do Brasil, ampliando-a e modernizando-a, e ocasionar um aumento da competitividade e a revitalização da indústria nacional, podendo ser considerada uma política industrial de base. É por meio dessa dinâmica que o Brasil obterá meios para a retomada de um crescimento sustentável a longo prazo.

Como consequência, este trabalho tem o propósito de verificar os impactos de uma expansão investimentos em infraestrutura na atividade econômica no ano de 2015. Para a realização de tal tarefa, empregar-se-á Matriz de Insumo-Produto (MIP) e a Matriz de Absorção do Investimento (MAI) para a análise dos impactos socioeconômicos de uma elevação da participação dos investimentos em infraestrutura para um patamar próximo ao mundial, perpassando dos 2,55% do PIB, obtidos em 2015, para 4%. Embora o trabalho efetue um enfoque no setor de infraestrutura como um todo, aborda-se, também, os segmentos que o compõem, que são: Energia Elétrica, Transporte, Saneamento Básico e Telecomunicações.

Para atingir esse objetivo, além desta introdução, o trabalho está dividido em cinco seções. Discorre-se na segunda seção as características e a importância do setor de infraestrutura

<sup>2</sup> Enquanto um crescimento calcado no consumo parece ter alcançado seu limite no Brasil com as elevadas importações nos períodos de crescimento, em virtude de uma estrutura produtiva deficiente, um crescimento baseado nas exportações requisitaria uma competitividade a qual a indústria brasileira não possui no momento, adversidade que poderá ser enfrentada apenas a médio e longo prazo (SARTI, 2015).

e de seus investimentos na economia. Na terceira seção é demonstrada a metodologia utilizada para a mensuração dos impactos dos investimentos. A quarta seção demonstra a estrutura dos segmentos de infraestrutura em 2015. Para tanto, utiliza-se os indicadores de encadeamento nos âmbitos da produção, do emprego e da renda. Na seção cinco são demonstrados a composição dos vetores de investimentos demandados, decompondo-os por segmento e, também, resultados dos choques de investimento e as distinções entre os setores. São efetuados choques unitários para facilitar a comparação dos resultados. Por fim, na seção seis são realizados breves comentários finais, reiterando a pertinência das características dos investimentos de infraestrutura enquanto sustentador e indutor da demanda agregada.

## **2. As características do setor de infraestrutura e de seus investimentos**

O setor de infraestrutura conserva características que o distinguem das demais atividades, tornando-o ímpar na economia. A expansão dos serviços de infraestrutura não resulta em um aumento direto da capacidade produtiva e do produto potencial dos países, mas é o alicerce indispensável para sua expansão, impactando indiretamente nesses elementos por meio de elevações de demanda, de produtividade e reduções de custos. De fato, a dinâmica que sustenta a relação positiva entre crescimento econômico e o setor de infraestrutura é nitidamente clara. A ampliação de seus serviços acarreta uma elevação da produtividade dos fatores e um custo de produção mais atenuado, assim, resultando um maior retorno das atividades e, portanto, uma elevação dos incentivos à efetuação de novas inversões e elevando o PIB potencial. Sendo que os custos advindos de serviços de infraestrutura deficientes provocam uma redução da competitividade, tornando-se um limitador para o crescimento (BIELSCHOWSKY, 2013; ROZAS & SÁNCHEZ, 2004)

Embora os investimentos em infraestrutura possuam características semelhantes a outros investimentos, uma peculiaridade fundamental que os serviços de infraestrutura possuem é a de uma indústria de rede<sup>3</sup>. Dessa forma, por esses segmentos necessitarem de grandes escalas para a construção de suas redes, e, conseqüentemente, volumosos recursos para a expansão de seus serviços, há uma inviabilidade econômica para o estabelecimento de um mercado competitivo, o que representa a existência de tendências de monopólios naturais.

Os serviços de infraestrutura desdobram-se, também, em questões políticas e sociais e, em alguns casos, devem ser conceituados como bens públicos e direitos humanos (PINTO JUNIOR, 2010). Portanto, transparece neste quesito a pertinência da presença ou regulação do Estado nos serviços de infraestrutura, seja na elaboração das regras ou na coordenação dos agentes, públicos ou privados. Por certo, o Estado demonstra uma presença intensa nesse setor, uma vez que independentemente de ser a entidade realizadora ou não das inversões na atividade, o capital utilizado é altamente calcado em recursos públicos. Tal cenário não se restringe ao Brasil. Trata-se de um padrão global, retendo apenas algumas exceções (PINTO JUNIOR, 2010). Assim, o aspecto político-institucional influencia nos investimentos em infraestrutura, acarretando efeitos sobre o volume e a alocação. A dinâmica de interação entre os agentes públicos e privados, como por exemplo no caso das PPPs e no tamanho da participação da iniciativa privada no setor, são outros elementos que também impactam os investimentos em infraestrutura.

Retomando sobre as peculiaridades semelhantes dos investimentos brutos (FBCF) e de infraestrutura, no caso do segundo, constata-se um maior risco para a sua realização, graças a um maior período de maturação e um elevado montante de recursos demandado. Por conseguinte, há uma forte imprevisibilidade sobre os seus retornos, como por possíveis

---

<sup>3</sup> Atividades englobadas nessa categoria são: transmissão de linhas elétricas; tubulação de esgoto para o abastecimento de água; malhas e estações ferroviárias; faixa de pouso dos aeroportos (PINTO JÚNIOR, 2010).

flutuações da demanda de seus serviços e um extenso lapso temporal para obtenção de lucratividade. Enfatiza-se, ainda, que esses fatores se relacionam e se amplificam, dificultando a efetuação dos investimentos. Tal fato aumenta a dificuldade da atuação da iniciativa privada no setor, ainda mais em um cenário de intensa complexidade político-institucional.

Por essas atividades serem complexas e intensivas em capital, incorporando, em casos específicos, um alto conteúdo tecnológico, o setor de infraestrutura não possui a característica de promover inovações disruptivas. De fato, baseado na terminologia de Pavitt (1984), os setores de Energia Elétrica, Logística e Saneamento são dominados pelos fornecedores (*supplier dominated*), ao passo que, Telecomunicações, encontra-se caracterizado como intensivos em escala (*production intensive*). Seriam os setores descritos, como baseados na ciência (*science based*), os responsáveis por promover inovações disruptivas. Contudo, os bens de capitais demandados e utilizados, pelo setor de infraestrutura, conservam e incorporam uma parcela dessas inovações e incrementos tecnológicos. Essa absorção de produtividade, conciliada a seus elevados encadeamentos para frente e relações intersetoriais homogêneas com as demais atividades integradas na cadeia produtiva, ocasionam uma interação extensa e difusa desses setores com a economia, tornando-o capaz de proliferar o ganho de produtividade obtido. Dessa forma, os investimentos em infraestrutura, são um mecanismo de transmissão de produtividade para toda a economia.

Além disso, outra característica dos investimentos em infraestrutura é o de ser considerado um gasto autônomo, visto que o Estado é o grande agente atuante no setor, possibilitando a sua expansão por meio do investimento público. Por conseguinte, por ser um gasto autônomo, possui a capacidade de sustentar e induzir o investimento e a demanda. Isso é intensificado pelas externalidades positivas e encadeamentos produtivos que gera. Portanto, constata-se aqui, as mesmas conclusões descritas por Hirschman (1958), de que quanto mais integrada for a economia, maiores serão os efeitos multiplicadores, seu poder de arrasto e de difusão. Assim, as elevações da demanda, da renda e da produtividade, acarretam aumento da taxa de crescimento de longo prazo. Nota-se que os investimentos em infraestrutura integram e ordenam o território econômico e social, ocasionam ganhos de escala, melhores acessibilidades e novos mercados. A expansão da infraestrutura propicia a formalização de favoráveis expectativas de longo prazo aos agentes privados por meio das suas externalidades, o que eleva a confiança e a rentabilidade das atividades, criando um cenário favorável a novas inversões (PINTO JUNIOR, 2010; ROZAS & SÁNCHEZ, 2004).

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Especificações dos dados e o modelo de insumo-produto**

Com a finalidade de averiguar os impactos dos investimentos em infraestrutura na atividade econômica no Brasil, a metodologia adotada neste trabalho é a do Modelo de Insumo-Produto (MIP). Para a mensuração dos impactos da expansão dos investimentos em infraestrutura, a adoção das Matrizes de Absorção de Investimentos (MAI) é imprescindível. A MAI é o próprio vetor de Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), subdividindo o investimento de forma análoga à MIP, o que permite uma análise do investimento em uma dinâmica setorial. Os dados da MAI são disponibilizados da seguinte forma: com os produtos nas linhas e os setores nas colunas, isto é, a destinação (oferta de investimento) de cada produto e a demanda de investimento de cada setor. Enfatiza-se que, os choques a serem implementados se limitam à demanda de investimento dos setores que compõem a infraestrutura, Energia Elétrica, Transporte, Telecomunicações e Saneamento, verificando os seus desdobramentos para a produção, emprego e renda.

Para uma avaliação mais precisa dos impactos na atividade econômica, o choque será desmembrado por cada um dos setores que compõem o setor de infraestrutura. Isso enseja o

maior ou menor peso de cada atividade. Serão três choques individuais, tendo em vista os setores de Energia Elétrica e Saneamento estarem unidos em apenas um devido a limitação dos dados disponibilizados, e um choque total, simbolizando os choques individuais somados em um, propiciando uma avaliação geral dos desdobramentos dos investimentos em infraestrutura<sup>4</sup>. Reitera-se, que o vetor de investimento obtido pela MAI considera todos os investimentos efetuados pelos setores que compõem a infraestrutura e não apenas as obras de infraestrutura (IBGE).

Sobre as matrizes utilizadas neste trabalho, a MIP segue a metodologia realizada por Passoni e Freitas (2018), e a MAI, a metodologia empregada por Miguez (2016). Essas matrizes foram compatibilizadas em uma dimensão de 91 produtos e 40 setores (91x40), e posteriormente, apenas entre setores (40x40) para a efetuação do choque. Todas as matrizes utilizadas referem-se apenas a Oferta Nacional e estão a preços de 2010 e básicos. Isso posto, será construído um modelo multissetorial por meio do Modelo de Insumo-Produto estático (MILLER & BLAIR, 2009). Emprega-se aqui a mesma metodologia de Freitas e Dweck (2010). No modelo estático, o ponto de partida de acordo com Freitas e Dweck (2010), é a condição de equilíbrio entre a oferta e demanda para todos os produtos na economia, expressa por:

$$q + m = d_U + d_F \quad (1)$$

O vetor  $q$  representa a oferta de produtos nacionais,  $m$  é o vetor de oferta de produtos importados,  $d_U$  é o vetor com o total da demanda intermediária por produto e  $d_F$  é o vetor com o total da demanda final por produto. Tanto o vetor de demanda intermediária como o de demanda final podem ser repartidos em dois, um correspondendo à demanda por produtos nacionais ( $d^n$ ) e o outro à demanda por produtos internacionais ( $d^m$ ):

$$q + m = d_U^n + d_U^m + d_F^n + d_F^m \quad (2)$$

Por meio da equação acima, é possível separar a produção doméstica da produção externa, sendo  $q = d_U^n + d_F^n$  e  $m = d_U^m + d_F^m$ . O passo posterior no modelo estático é distinguir os componentes autônomos e induzidos, construindo, desse modo, os multiplicadores do modelo. Nesse modelo as variáveis endógenas são a demanda intermediária e uma parcela do consumo. Os demais fatores de demanda final permanecem exógenos. No caso da demanda intermediária doméstica, para torná-la endógena no modelo, utiliza-se uma matriz de coeficientes de uso de insumos nacionais ( $B^n, n \times m$ ) que representam o valor do produto nacional utilizado, por um setor por unidade de valor de produção desse setor ( $x$ ). Assim:

$$d_U^n = B^n x \quad (3)$$

Essa equação consiste no multiplicador da demanda intermediária, ou no denominado multiplicador de Leontief. Por sua vez, para incorporar parcela do consumo no modelo, faz-se necessário certos procedimentos. O primeiro é retirar o vetor de consumo ( $d_C^n, n \times 1$ ), do vetor de demanda final nacional ( $d_F^n, n \times 1$ ):  $d_F^n = d_C^n + d_F^n$ . O segundo é transformar o vetor de consumo em dois, um vetor de consumo de bens duráveis ( $d_{CD}^n, n \times 1$ ); e outro vetor de consumo de bens não duráveis e serviços ( $d_{CND}^n, n \times 1$ ):

$$d_C^n = d_{CD}^n + d_{CND}^n \quad (4)$$

---

<sup>4</sup> Para facilitar a exposição dos resultados e a compreensão do texto, faz-se necessário enfatizar a questão da nomenclatura dos setores que compõem a infraestrutura. A metodologia empregada pelo IBGE, por meio dos Sistemas de Contas Nacionais (SCN) Referência 2010, utiliza outras nomenclaturas para esses setores e, consequentemente, tanto a MIP como a MAI seguem essa norma. No caso do setor de Transporte (Logística), o setor correspondente na MIP é o de Transporte, Armazenagem e Correio; para Telecomunicações (Telecom) o setor de Serviço de Informação; para Energia Elétrica e Saneamento Básico (EESB) o setor de Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana.

Conforme Freitas & Dweck (2010), os bens duráveis geralmente dependem das condições de financiamento e da riqueza acumulada passada, tornando-se um componente autônomo no modelo. Enquanto os bens não duráveis são uma função da massa salarial ( $W$ ) e dos lucros ( $P$ ) no decorrer de um período, possibilitando a generalização do multiplicador kaleckiano a um nível de análise multissetorial (MIYAZAWA, 1976). Portanto, após distinguir os produtos autônomos e induzidos do consumo, obtém-se a sua parcela endógena<sup>5</sup>. Como o modelo a ser construído fundamenta-se a termos kaleckianos, toda massa salarial é consumida e, como consequência, recai-se a parcela consumida dos lucros “fechar o modelo”. Dessa forma, a parcela endógena do consumo é descrita da seguinte forma:

$$d_{CND}^n = d_{CNDc}^n(W + \alpha P) \quad (5)$$

sendo que o termo

$$d_{CNDc}^n = \frac{1}{(W + \alpha P)d_{CND}^n}$$

representaria uma propensão marginal a consumir dos bens não duráveis nacionais a partir dos salários e lucros. Para tornar endógeno esse termo ( $d_{CNDc}^n$ ,  $n \times 1$ ), faz-se necessária a criação de um vetor da razão entre a soma do salário setorial e da parcela do lucro setorial consumida ( $c'$ ,  $1 \times m$ ) e o valor da produção setorial ( $x$ ), ou seja:  $W + \alpha P = c'x$ . Ao substituir em (5), obtém-se:  $d_{CND}^n = d_{CNDc}^n c'x$ . Organizando o vetor de demanda final por produtos nacionais e substituindo todos os termos na produção doméstica ( $q$ ), de forma a obter:

$$q = B^n x + d_{CNDc}^n c'x + d_F^n \quad (6)$$

Os dois primeiros termos consistem nas variáveis endógenas incorporadas no modelo, sendo o primeiro a demanda intermediária endógena ( $B^n x$ ) e o segundo o consumo endógeno ( $d_{CNDc}^n c'x$ ). No último termo estão contemplados os demais componentes autônomos da demanda final ( $d_F^n$ ). O termo exógeno do consumo ( $d_{CD}^n$ ) foi agregado a essa variável. Por fim, para obter a solução do modelo, é necessário usar a relação entre a oferta de produtos e a produção setorial da economia (FREITAS & DWECK, 2010). Tal relação é obtida por meio da matriz de *market-share* ( $D$ ), que conserva a participação de cada setor na produção de cada produto, de modo que  $Dq = x$ . Multiplicando a matriz  $D$  em ambos os lados da equação 6:

$$x = A^n x + A_C^n x + f_D^n \quad (7)$$

Onde,  $A^n = DB^n$  é uma matriz quadrada ( $m \times m$ ) de coeficientes de uso de insumos domésticos, produzidos setorialmente por unidade de valor da produção setorial. Analogamente,  $A_C^n = Dd_{CNDc}^n c'$  é a matriz quadrada de consumo de produtos produzidos domesticamente, por unidade de valor da produção setorial. E, por fim,  $f_D^n$  é o vetor de demanda final por produtos domésticos. Ao remanejar a equação 7, obtém-se:

$$x = (I - A^n - A_C^n)^{-1} f_D^n = \bar{Z} f_D^n \quad (8)$$

Essa equação representa o ponto de partida para a análise de impactos no modelo insumo-produto estático. O termo  $\bar{Z} = (I - A^n - A_C^n)^{-1}$  representa o multiplicador de Leontief expandido, contemplando a demanda intermediária endógena e o consumo final endógeno. Em conformidade com Freitas & Dweck (2010), essa equação capta os desdobramentos das variações da demanda final exógena pela produção do setor  $j$ , sobre o valor da produção do setor  $i$ . Outras derivações podem ser retiradas da equação 8, como as equações para a

<sup>5</sup> A propensão marginal a consumir considerada nesse trabalho foi de 0,9, ou seja, 90%.

determinação dos vetores de valor adicionado e emprego por setor, possibilitando a mensuração de seus impactos na atividade econômica.

Conforme retratado previamente, esse trabalho possui como objetivo mensurar os impactos socioeconômicos dos investimentos em infraestrutura. Por ser considerado um gasto autônomo, o investimento em infraestrutura conserva a característica e a capacidade de sustentador e indutor da demanda agregada, tornando-se uma alternativa de uma política desenvolvimentista e industrial de base. Para mensurar esse possível potencial, faz-se necessário desmembrar o investimento da demanda final exógena ( $f_D^n$ ), possibilitando a realização dos choques. Assim:

$$x = (I - A^n - A_C^n)^{-1} (f_{IEX}^n + f_D^n) = \bar{Z} (f_{IEX}^n + f_D^n) \quad (9)$$

É nesse vetor de investimento doméstico exógeno ( $f_{IEX}^n$ ) que se realizam os quatro choques, sendo três individuais e um geral. Os dados baseados na demanda de investimentos (coluna) dos setores de infraestrutura são fornecidos pela MAI. Com a finalidade de uma maior decomposição dos resultados, faz-se interessante desmembrar o efeito total de uma variação da demanda final exógena em três: efeito direto; efeito indireto; e efeito induzido (renda). O multiplicador de Leontief expandido, apresentado acima, pode ser decomposto da seguinte maneira:

$$\bar{Z} = I + (Z - I) + (\bar{Z} - Z) \quad (10)$$

Sendo o termo  $Z$  o multiplicador de Leontief em sua forma original, ou seja, não contendo o efeito induzido (consumo endógeno), essa equação pode ser remanejada e exposta da seguinte maneira:

$$\Delta x = \Delta f_{IEX}^n + (Z - I) \Delta f_{IEX}^n + (\bar{Z} - Z) \Delta f_{IEX}^n \quad (11)$$

Partindo do lado direito da equação acima<sup>6</sup>, o primeiro termo indica o efeito direto de uma variação do investimento exógeno. O segundo termo capta o efeito indireto dessa variação, subtraindo do multiplicador de Leontief, em sua forma original (efeito direto e indireto), o efeito direto. Por fim, o terceiro termo capta o efeito induzido, subtraindo, do efeito total, os efeitos diretos e indiretos. Essa metodologia pode ser empregada para a obtenção dos efeitos decompostos nos indicadores de emprego ( $n$ ) e valor adicionado ( $y$ )<sup>7</sup>.

Faz-se necessário, em ambos os casos, a criação de uma matriz diagonal que contenha os coeficientes de emprego e de valor adicionado setorial. Tais coeficientes são obtidos da razão do emprego setorial pelo valor de produção setorial, a qual resulta no vetor linha de emprego, e da razão do valor adicionado setorial pelo valor de produção setorial, que resulta no vetor linha do valor adicionado. As matrizes diagonais de emprego ( $\hat{L}$ ) e de valor adicionado ( $\hat{V}$ ), quando multiplicadas com a matriz de impacto da produção, resultam, respectivamente, a matriz  $\hat{L}$ , que é a matriz de impacto expandida para o emprego, e a matriz  $\hat{V}$ , que é a matriz de impacto expandida para o valor adicionado (FREITAS & DWECK, 2010). Pode-se efetuar, então, a mesma decomposição dos desdobramentos do impacto da produção nos âmbitos do emprego e do valor adicionado:

$$\Delta n = \hat{L} \Delta f_{IEX}^n + (L - \hat{L}) \Delta f_{IEX}^n + (\hat{L} - L) \Delta f_{IEX}^n \quad (12)$$

e,

<sup>6</sup> Nesse caso, o investimento exógeno pode ser substituído pela demanda final exógena, não modificando em nada a estrutura da equação (14), apenas os resultados obtidos.

<sup>7</sup> Para a apresentação completa da metodologia, verificar Freitas & Dweck (2010).



$$\Delta y = \hat{v} \Delta f_{IE X}^n + (V - \hat{v}) \Delta f_{IE X}^n + (\hat{V} - V) \Delta f_{IE X}^n \quad (13)$$

### 3.2. Indicadores síntese

Para um maior aprofundamento da análise, serão utilizados outros indicadores de impacto, como os de encadeamento para trás (*backward linkage*, BL) e para frente (*forward linkage*, FL), também conhecidos como Hirschman-Rasmussem, o poder de dispersão (Pd) e a sensibilidade de dispersão (Sd) e o coeficiente de variação (Cv) de cada setor (FREITAS & DWECK, 2010; BULMER-THOMAS, 1982; MILLER & BLAIR, 2009). Esses indicadores serão realizados para a produção, emprego e valor adicionado (renda).

Os encadeamentos para trás e para frente representam, respectivamente, o quanto de insumos e serviços um setor específico demandou dos demais setores e o quanto determinado setor forneceu de insumos e serviços para os demais setores. Portanto, os encadeamentos para trás mensuram o poder de arrasto de determinado setor, ao passo que os para frente, avaliam a importância de um setor enquanto fornecedor para a atividade econômica. No caso um setor possuir um elevado encadeamento de ambos os tipos, este pode ser considerado um setor-chave. Os indicadores BL e FL são derivados das matrizes de impacto abaixo:

$$bl = i' \Psi \quad (14)$$

$$fl = \Psi i \quad (15)$$

sendo que  $\Psi$  é a matriz de impacto arbitrária  $(\bar{Z}, \bar{L}, \bar{V})^8$ , e  $i$  o vetor unitário que atua como operador de somatório. Inicialmente com os encadeamentos para frentes, os componentes do vetor  $bl$  são os indicadores BL de um setor de atividade.

$$bl_j = i' \Psi e_j = \Sigma \psi_{ij} \quad (16)$$

Dessa forma, o impacto de uma variação unitária na demanda final pela produção de um setor  $j$  sobre todos os setores é mensurado pelo indicador  $bl_j$ , sendo que  $e_j$  é o vetor cujo  $j$ -ésimo componente é igual a um e os demais componentes são nulos. Assim, este indicador possui a capacidade de mensurar o quanto um setor é demandante de insumos e serviços do restante da economia por verificar o tamanho do impacto da variação de uma unidade do seu produto. Por sua vez, os encadeamentos para frente são representados pela seguinte equação:

$$fl_i = e'_i \Psi i = \Sigma \psi_{ij} \quad (17)$$

em que  $fl_i$  mensura o impacto total do setor  $i$  quando a demanda final de todos os setores da atividade econômica variam em uma unidade. Para o caso de um setor detentor de intenso *forward linkage*, a intuição obtida é que a sua expansão (investimentos) acarretaria indução à produção (e/ou emprego e/ou renda) para os demais setores demandantes de seus serviços e insumos (BULMER-THOMAS, 1982).

Para uma maior facilidade de análise e comparação<sup>9</sup>, os indicadores sínteses de poder de dispersão e sensibilidade de dispersão são essenciais, visto que, os dois indicadores utilizam a média total dos coeficientes da matriz de impacto para normalizar os indicadores de encadeamentos para trás e para frente médios, fazendo com que a média entre todos os setores seja 1. Para o cálculo desses indicadores utiliza-se, então:

$$M_{tot} = \left(\frac{1}{m^2}\right) (i' \Psi i) = \left(\frac{1}{m^2}\right) \Sigma_i \Sigma_j \psi_{ij} \quad (18)$$

<sup>8</sup> Essas matrizes de impacto arbitrárias poderiam não contemplar o efeito induzido, como está sendo nesse caso.

<sup>9</sup> De acordo com Freitas & Dweck (2010), a construção dos indicadores síntese de poder e sensibilidade de dispersão propicia uma comparação entre os indicadores de matrizes de distintas dimensões, uma vez que normalizam os indicadores de encadeamento para trás e para frente.

Onde o somatório dos componentes de todas as linhas e colunas da matriz arbitrária de impacto<sup>10</sup> é dividido pelo número de setores ( $m$ ) elevado ao quadrado. A partir deste indicador obtêm-se tanto o poder de dispersão como a sensibilidade de dispersão dos setores. Primeiramente com o indicador de poder de dispersão, sendo  $b\bar{l}_j$  o indicador médio de BL do setor  $j$ , têm-se:

$$Pd_j = \frac{b\bar{l}_j}{M_{tot}} \quad (19)$$

sendo que  $Pd_j$  relaciona com os encadeamentos para trás e, em conformidade com esse indicador, quanto maior (menor) que 1, maior (menor) será o impacto desse setor  $j$  nos demais setores.

Quanto a sensibilidade de dispersão, embora seja um indicador semelhante ao poder de dispersão, associa-se aos encadeamentos para frente. Bem como  $b\bar{l}_j$ , o termo  $f\bar{l}_i$  representa o indicador médio de FL da atividade  $i$ :

$$Sd_i = \frac{f\bar{l}_i}{M_{tot}} \quad (20)$$

a sensibilidade de dispersão ( $Sd_i$ ) expressa que, caso um setor  $i$  possua valor acima de 1, este será mais afetado por uma expansão conjunta de todos os setores do que da média da economia (FREITAS & DWECK, 2010).

Já o coeficiente de variação mensura se os encadeamentos de um determinado setor são concentrados em um número restrito de atividades, ou se são amplamente difundidos pela economia. Quanto maior esse coeficiente ( $Cv$ ), maior será a concentração de interações (BULMER-THOMAS, 1982). Esse indicador possui duas versões, sendo a equação (24) para o BL

$$Cv_j = \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{m-1}\right) \sum_j (\psi_{ij} - b\bar{l}_j)^2}}{b\bar{l}_j} \quad (21)$$

E a expressão (25) para FL

$$Cv_i = \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{m-1}\right) \sum_i (\psi_{ij} - f\bar{l}_i)^2}}{f\bar{l}_i} \quad (22)$$

O cálculo deste indicador é realizado por meio da razão entre o desvio padrão do setor  $j$  ou  $i$ , e sua respectiva média de encadeamento, isto é,  $b\bar{l}_j$  ou  $f\bar{l}_i$ .

#### 4. Um panorama da estrutura do setor de infraestrutura

Os indicadores síntese permitem um maior discernimento das relações intersetoriais dos setores de infraestrutura, EESB, Telecom e Transporte, e de seus impactos na atividade econômica, isto é, na produção, emprego e renda. Dessa forma, tornando-se possível averiguar o potencial de impacto da expansão do setor por meio desses indicadores. Contudo, deve-se ressaltar que os indicadores síntese se referem aos dados da MIP e retratam a estrutura produtiva das atividades e, portanto, do setor de infraestrutura. Os choques a serem efetuados na seção posterior possuem como base a MAI. Consequentemente, os choques em EESB, Transporte e Telecom não possuirão os idênticos resultados aqui demonstrados em virtude da configuração

<sup>10</sup> A soma de todas as linhas e colunas da matriz arbitrária de impacto é igual à soma do BL de todas as atividades ou da soma do FL de todas as atividades.

do vetor de investimento demandado<sup>11</sup>. De todo modo, esses indicadores permitem um melhor entendimento da dinâmica dos setores da infraestrutura e, assim, dos choques.

De acordo com a Tabela 1, que resume os indicadores síntese no âmbito da produção, os segmentos de infraestrutura possuem um encadeamento para trás (BL) em torno da média. Isso pode ser visualizado por meio do poder de dispersão de cada setor (Pd) e de sua ordem de classificação dos maiores encadeamentos para trás entre os 40 setores. Pode-se notar que entre os setores de infraestrutura, Transporte é o que apresenta um maior poder de arrasto enquanto Telecom o menor no quesito da produção. Tal fato proporciona consequências para os resultados dos choques como será visto a frente.

Os encadeamentos (relações entre os setores) estão aglutinados em poucas atividades, visto que os setores apresentam um coeficiente de variação elevado (Cv BL). Os setores de Telecomunicações e, particularmente, de Energia Elétrica e Saneamento Básico (EESB) demonstram uma demanda por insumos e serviços de pouquíssimas atividades, uma vez que entre as quarenta atividades presentes no modelo possuem, respectivamente, o oitavo e terceiro maiores coeficientes de variação. A concentração observada na demanda por investimentos dos setores que compõem a infraestrutura reforça esse resultado. Enquanto o setor de Transporte apresenta uma maior dispersão dos seus investimentos, por possuir o decimo quarto maior Cv, o setor de EESB possui uma concentração de 81,8% dos seus investimentos em Construção Civil. Essa aglomeração dos investimentos em poucas atividades atenua o seu potencial de indutor da demanda agregada no curto prazo, visto que a expansão desses investimentos conserva uma amplitude de atuação limitada.

Tabela 1: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes a produção para o ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para trás (BL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | BL                           | Ordem BL | Pd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 3,22                         | 23       | 1,00 | 2,70 | 3        |
| Transporte armazenagem e correio     | 3,46                         | 17       | 1,02 | 2,29 | 14       |
| Serviços de informação               | 3,29                         | 30       | 0,97 | 2,43 | 8        |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Os encadeamentos para frente (FL), por sua vez, apresentam-se intensos nos setores de infraestrutura (Tabela 2). As atividades de EESB, Transporte e Telecom dispõem do nono, oitavo e décimo maiores encadeamentos para frente entre os 40 setores; o indicador de sensibilidade de dispersão (Sd) confirma esse resultado, especialmente para os setores de EESB e Transporte que são significativamente acima da média da economia. O setor de Transporte é aquele que demonstra uma maior interação com as demais atividades econômicas entre os setores de infraestrutura, seguido por EESB e Telecom. O setor de Transporte é aquele que demonstra uma maior interação com as demais atividades econômicas entre os setores de infraestrutura, seguido por EESB e Telecom.

<sup>11</sup> A título de exemplo, mesmo os setores de infraestrutura não demonstrem um grande desempenho no âmbito do emprego enquanto atividade produtiva, os seus investimentos são um grande vetor de dinamismo para a criação e sustentação de novos postos de trabalho, especialmente o setor de EESB.

Tabela 2: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes a produção para o ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para frente (FL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | FL                             | Ordem FL | Sd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 1,13                           | 9        | 1,72 | 1,45 | 32       |
| Transporte armazenagem e correio     | 14,98                          | 8        | 1,85 | 1,09 | 35       |
| Serviços de informação               | 3,88                           | 10       | 1,32 | 1,60 | 31       |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Destarte, o setor de Transporte contém os maiores encadeamentos para trás e para frente na produção, bem como uma maior homogeneidade de suas interações com os outros setores, tanto enquanto demandante como fornecedor de insumos e serviços. Antagonicamente ao setor de Telecom que, por sua vez, é aquele possui os menores indicadores entre os setores de infraestrutura. Esses resultados não são irrelevantes, conservando elevada consonância com os resultados dos choques exógenos, especialmente nos efeitos indiretos. De todo modo, os resultados fortificam a importância do setor de infraestrutura para o sistema produtivo da economia, especialmente como fornecedor de insumos e serviços.

Já no âmbito do emprego, a Tabela 3 demonstra que os setores de infraestrutura possuem uma demanda por trabalho abaixo da média. Inicialmente com os encadeamentos para trás, os setores de EESB, Transporte e Telecom se encontram, respectivamente, no trigésimo terceiro, decimo oitavo e vigésimo primeiro lugares na ordem de relevância desse indicador. Embora suas posições assinalem uma aproximação a média, o poder de dispersão desses setores se encontram abaixo, com a exceção do setor de Transporte. Uma perspectiva positiva para o desempenho da infraestrutura enquanto demandante de emprego é o setor de EESB conservar uma atuação difusa pelas atividades, possuindo uma grande abrangência. O mesmo não pode ser descrito para o setor de Transporte e Telecom com suas posições no coeficiente de variação.

Tabela 3: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes ao emprego para o ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para trás (BL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | BL                           | Ordem BL | Pd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 33,96                        | 33       | 0,73 | 2,08 | 39       |
| Transporte armazenagem e correio     | 47,73                        | 18       | 1,02 | 2,62 | 13       |
| Serviços de informação               | 41,61                        | 21       | 0,89 | 2,26 | 20       |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Para o caso dos encadeamentos para frente no emprego, as posições dos setores de infraestrutura se demonstram em um bom patamar, especialmente em Transporte. Os setores de EESB, Transporte e Telecom se encontram, respectivamente, vigésimo, quinto e decimo quarto lugar. Entretanto, ao se observar a sensibilidade de dispersão destes, verifica-se que apenas o setor de Transporte está acima da média, enquanto os demais estão consideravelmente abaixo. Essa baixa ocorre preponderantemente pelo elevado patamar dos demais setores, mas tal fato é de fato um atenuante. No que se refere ao grau de penetração nas demais atividades econômicas, os três setores se posicionam favoravelmente, principalmente no setor de Transporte. O setor de infraestrutura, exceto o setor de Transporte, não oferece uma elevada criação de postos de trabalhos em suas atividades produtivas.

Tabela 4: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes ao emprego para o ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para frente (FL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | FL                             | Ordem FL | Sd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 18,27                          | 20       | 0,39 | 1,45 | 32       |
| Transporte armazenagem e correio     | 87,60                          | 5        | 1,87 | 1,09 | 35       |
| Serviços de informação               | 25,79                          | 14       | 0,55 | 1,60 | 31       |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Por fim, no âmbito dos encadeamentos para trás do valor adicionado, os setores de infraestrutura se apresentam levemente acima da média (Tabela 5). Os setores de EESB, Transporte e Telecom possuem respectivamente, o vigésimo terceiro, decimo sétimo e oitavo maiores BL. O setor de Telecom é o único que demonstra uma capacidade acima da média neste quesito como observado em seu poder de dispersão. Os benefícios do estímulo da renda providos pelos encadeamentos para trás são, por sua vez, concentrados em poucos setores de acordo com o coeficiente de variância. É perceptível que isto é uma tendência em todos os resultados de BL, retendo apenas algumas exceções.

Tabela 5: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes ao valor adicionado no ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para trás (BL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | BL                           | Ordem BL | Pd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 1,34                         | 23       | 0,98 | 2,43 | 8        |
| Transporte armazenagem e correio     | 1,94                         | 14       | 1,05 | 2,32 | 11       |
| Serviços de informação               | 1,85                         | 8        | 1,09 | 2,48 | 7        |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Situação oposta à dos encadeamentos para frente com seu elevado grau de dispersão e homogeneidade de estímulos. Conforme a Tabela 6 é perceptível o baixo coeficiente de variação que os setores de infraestrutura apresentam, particularmente o setor de Transporte. O nível de impacto da infraestrutura também é intenso, com os setores de EESB, Transporte e Telecom possuindo o oitavo, sexto e sétimo maiores FL, respectivamente. Esse resultado é reforçado pelas sensibilidades de dispersão dos setores, retendo, novamente, o setor de Transporte como destaque.

Tabela 6: Indicadores síntese dos setores de Infraestrutura referentes ao valor adicionado no ano de 2015.

| Descrição da atividade<br>nível 40   | Encadeamentos para frente (FL) |          |      |      |          |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------|------|------|----------|
|                                      | FL                             | Ordem FL | Sd   | Cv   | Ordem Cv |
| Energia Elétrica e Saneamento Básico | 2,43                           | 8        | 1,44 | 1,45 | 32       |
| Transporte armazenagem e correio     | 3,14                           | 6        | 1,86 | 1,09 | 35       |
| Serviços de informação               | 2,45                           | 7        | 1,45 | 1,60 | 31       |

Fonte: Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Portanto, no âmbito da renda os setores de infraestrutura demonstram significativo protagonismo, especialmente como indutores da demanda agregada. A combinação de seus intensos FL na renda e um elevado patamar de interações com os demais setores da economia acarreta um mecanismo poderoso de proliferação de externalidades positivas. A expansão dos investimentos em infraestrutura ocasiona uma maior oferta de insumos, serviços e renda para a economia e, por conseguinte, uma maior produção e geração de renda por parte dos setores demandantes. Por certo, enquanto os indicadores síntese reforçam que a expansão da

infraestrutura é relevante na produção e no valor adicionado, no âmbito do emprego o mesmo não ocorre, sendo um atenuante para o seu desempenho na atividade econômica.

### 5. Choque de investimento em infraestrutura

Nesta seção serão demonstrados os impactos de uma elevação dos investimentos em infraestrutura para 4% do PIB no ano de 2015. Para efeito de análise, somados os quatro setores (Energia Elétrica, Saneamento, Logística e Telecomunicações) que compõem a infraestrutura, seus investimentos alcançaram 2,55% do PIB em 2015<sup>12</sup>, ocasionado uma elevação de 1,45 p.p. do PIB em investimentos no setor, ou seja, de um aumento de cerca de R\$ 54 bilhões. Esse aumento é efetuado de forma homogênea entre os 3 setores, retendo os dados da MAI como base. Os impactos socioeconômicos serão decompostos em três, como demonstrado na metodologia, ou seja, em efeito direto, efeito indireto e efeito renda, permitindo assim, uma análise mais robusta dos resultados. Ademais, implementar-se-ão choques unitários para cada setor, possibilitando uma comparação mais prática dos resultados. Posteriormente, realiza-se uma breve comparação entre todos os setores, enfatizando pontos cruciais da dinâmica de cada um.

A variação bruta dos investimentos em infraestrutura em virtude do choque exógeno está resumida na Tabela 7. Como o choque foi realizado de forma homogênea, as participações e as relações dos setores permanecem idênticas ao vetor de investimento demandado original, havendo discrepâncias apenas no volume bruto. Na questão dos investimentos demandados, nota-se que tanto a composição dos investimentos demandados como as suas dinâmicas intersetoriais são distintas, fazendo com que a combinação de ambos os fatores seja determinante para seus impactos na atividade econômica. Essa distinção não se limita apenas a de que setores são demandados os investimentos, mas também de seu volume. Como consequência, todos os choques individuais possuem dinâmicas próprias, especialmente Telecomunicações.

Tabela 7: Variação do volume de investimentos demandados pelos setores de infraestrutura com efetuação do choque (Preços básicos e relativos a 2010, em milhões de reais).

| Descrição da atividade<br>nível 40                                       | Investimento |        |         |            |
|--|--------------|--------|---------|------------|
|  | Infra        | EESB   | Telecom | Transporte |
| Máquinas e equipamentos e móveis e produtos das indústrias diversas      | 6 101        | 1 358  | 3 372   | 1 371      |
| Automóveis camionetas caminhões e ônibus                                 | 2 239        | 279    | 151     | 256        |
| Peças e acessórios para veículos automotores                             | 3 145        | 40     | 8       | 2 192      |
| Outros equipamentos de transporte  | 1 399        | 75     | 8       | 3 062      |
| Produção e distribuição de eletricidade gás água esgoto e limpeza urbana | 1            | 6      | 3       | 1 389      |
| Construção civil   | 30 058       | 0      | 1       | 0          |
| Transporte armazenagem e correio   | 36           | 20 070 | 901     | 9 087      |
| Serviços de informação   | 6 568        | 51     | 55      | 75         |
| Serviços prestados às empresas e às famílias e serviços de manutenção    | 2 165        | 0      | 35      | 0          |
| Restante   | 2 334        | 2 644  | 4 327   | 3 229      |
| Total  | 54 046       | 24 524 | 8 862   | 20 660     |

Fonte: Miguez (2016) e Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Sobre os principais setores ofertantes de investimentos, inicialmente com a demanda total (infraestrutura), como se pode observar, alguns setores se sobressaem dos demais, como de Construção Civil, Serviços de Informação e Máquinas e Equipamentos. Por possuírem a parcela majoritária dos investimentos em infraestrutura, são esses setores os principais responsáveis pela dinâmica intersetorial e dos seus desdobramentos para a economia.

<sup>12</sup> Os investimentos demandados, com base na MAI, pelos setores de Energia Elétrica e Saneamento Básico (EESB), Telecom e Transporte foram, em 2015, respectivamente, de R\$ 42,3 bilhões, R\$ 15,6 bilhões e R\$ 36,4 bilhões que, somados, atingem cerca de R\$ 95,4 bilhões.

Analogamente à demanda de investimento total, no caso do setor de EESB, os setores principais são os mesmos, com o de Construção Civil tendo uma parcela ainda maior dos investimentos. O setor de Telecom, por sua vez, é aquele que não possui uma grande parcela de investimentos em Construção Civil. Seus investimentos estão calcados em Máquinas e Equipamentos, Serviço de Informação e Serviços prestados às empresas e às famílias (SPEF). Ele apresenta uma dinâmica intersetorial bem distinta da demanda total e de EESB. O setor de Transporte também se difere dos demais, por possuir uma demanda por investimento significativamente mais dispersa, como setores de Serviços de Informação, Automóveis. Camionetas, caminhões e ônibus, Outros equipamentos de transporte, Peças e acessórios para veículos automotores e Máquinas e Equipamentos. Entretanto, o setor de Construção Civil é aquele em que os investimentos se concentram, conservando, portanto, grande relevância para a dinâmica intersetorial.

### 5.1. Comparações entre os quatro choques de investimento

Esta seção conserva o propósito de comparar os impactos em cada segmento, possibilitando um mapeamento na esfera macroeconômica de políticas públicas direcionadas à produção, emprego e renda, tendo como base os setores de infraestrutura. Inicialmente com o impacto no valor de produção, a Tabela 8 apresenta, de forma sucinta, os resultados em termos unitários e brutos. Ao analisar os efeitos brutos do choque na produção (R\$ 183,2 bilhões), o valor do choque de investimento exerce uma influência exorbitante nos resultados, visto que é o setor de EESB que gera o maior volume de produção, posto que detém os maiores valores nos três efeitos, direto, indireto e renda, enquanto o setor de Telecom o menor. Por esse fator a análise do impacto unitário do setor. Para esse caso, o setor de Transporte apresenta o maior impacto na economia, ou seja, é aquele entre as atividades de infraestrutura que demonstra uma maior capacidade de estimular a produção e a integração da economia por possuir um poder de arrasto maior. Assim, ao se decompor a análise, pode-se averiguar resultados interessantes sobre os segmentos.

Tabela 8: Comparação dos impactos no Valor de Produção dos choques de investimento exógeno em 2015 (Valores em milhões de reais - preços básicos e relativos a 2010).

| Setores               | Direto |          | Indireto |          | Renda  |          | Total   |          |
|-----------------------|--------|----------|----------|----------|--------|----------|---------|----------|
|                       | Bruto  | Unitário | Bruto    | Unitário | Bruto  | Unitário | Bruto   | Unitário |
| <b>EESB</b>           | 24 524 | 1,00     | 19 361   | 0,79     | 39 321 | 1,60     | 83 206  | 3,39     |
| <b>Telecom</b>        | 8 862  | 1,00     | 5 984    | 0,68     | 14 454 | 1,63     | 29 300  | 3,31     |
| <b>Transporte</b>     | 20 660 | 1,00     | 17 799   | 0,86     | 32 221 | 1,56     | 70 681  | 3,42     |
| <b>Infraestrutura</b> | 54 046 | 1,00     | 43 145   | 0,80     | 85 997 | 1,59     | 183 188 | 3,39     |

Fonte: Miguez (2016) e Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Especificamente no campo dos efeitos indiretos, enquanto o setor de Transporte é o que mais se sobressai, o de Telecom é o que apresenta menor volume. Os seus encadeamentos para frente e para trás e a dispersão de suas relações intersetoriais (relativamente a EESB e Telecom) explanam em certa medida esse resultado. Esse resultado é antagônico ao efeito renda na produção, visto que é o setor de Telecom que se destaca. Essa é uma tendência que se observa em todos os resultados, ou seja, na produção, emprego e renda. A atividade de EESB, por sua vez, posiciona-se no campo do valor de produção mais próximo dos setores que se sobressaem nos efeitos indiretos e renda, sendo assim, um setor mais equilibrado. Isso posto, faz-se fundamental salientar que, além de analisar o potencial unitário de certo setor, verificar o seu tamanho efetivo na economia, que caso fosse reduzido poderia tornar seu impacto irrisório na atividade econômica. De todo modo, esse não é o caso do setor de Transporte que retém uma parcela extremamente significativa dos investimentos e, ainda, uma função essencial para o

funcionamento da economia. A expansão deste setor, portanto, é o que resultaria no maior vetor de dinamismo na produção para a economia dentro da indústria de infraestrutura, seguido de EESB e, com significativa distância, Telecom.

Ao se adentrar nas atividades mais relevantes nos choques, conforme destacado, a atividade de Construção Civil possui significativa parcela de investimento, o qual transmite-se ao seu impacto no choque geral (Infraestrutura), uma vez que quase 20% da variação total no valor de produção decorre dela. Essa participação só não é maior devido à baixa repercussão desse setor no efeito renda (induzido). Assim, seus encadeamentos produtivos edificam o dinamismo da indústria de infraestrutura, sendo auxiliado pelos setores de Serviço de Informação e de Máquinas e Equipamentos. Esses são os setores com os maiores protagonismos no efeito direto e efeito indireto<sup>13</sup>.

No âmbito do emprego, a situação e importância dos setores é completamente distinta da produção. Primeiramente com o choque unitário, de acordo com Tabela 9, os setores que mais demandam trabalho são EESB, Telecom e Transporte, respectivamente. Embora existam diferenças do volume demandado no efeito indireto e renda entre os setores, está no efeito direto a razão preponderante. É interessante notar que, segundo os indicadores síntese do emprego, o setor de Transporte é aquele que mais demanda trabalho e o setor de EESB, o que menos demanda, aparentando um cenário contraditório com os resultados do choque. Entretanto, o ponto vital para a determinação do número de postos de trabalhos criados e para o efeito direto, é a composição do vetor de investimento demandado pelos setores.

Essas discrepâncias entre EESB, Telecom e Transporte ocorrem em virtude de o último possuir setores com reduzida demanda por mão de obra na participação dos seus investimentos, casos de Serviços de Informação, Peças e acessórios para veículos automotores, Automóveis, camionetas, caminhões e ônibus e Outros equipamentos de transporte. Em contrapartida, o setor de Construção Civil para o caso de EESB e o setor de SPEF em Telecom, proporcionam um maior volume de postos de trabalhos gerados. Não obstante, reitera-se que os resultados do setor de Transporte são relevantes, apenas restando um menor impacto que os demais.

Tabela 9: Comparação dos impactos no Emprego dos choques de investimento exógeno em 2015 (Valores em milhões de reais - preços básicos e relativos a 2010).

| Setores               | Direto  |          | Indireto |          | Renda     |          | Total     |          |
|-----------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                       | Bruto   | Unitário | Bruto    | Unitário | Bruto     | Unitário | Bruto     | Unitário |
| <b>EESB</b>           | 441 345 | 18,00    | 257 646  | 10,51    | 598 820   | 24,42    | 1 297 812 | 52,92    |
| <b>Telecom</b>        | 131 324 | 14,82    | 85 612   | 9,66     | 220 120   | 24,84    | 437 056   | 49,32    |
| <b>Transporte</b>     | 245 854 | 11,90    | 228 386  | 11,05    | 490 692   | 23,75    | 964 932   | 46,70    |
| <b>Infraestrutura</b> | 818 523 | 15,14    | 571 644  | 10,58    | 1 309 633 | 24,23    | 2 699 800 | 49,95    |

Fonte: Miguez (2016) e Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Por certo, tal afirmação é corroborada ao se analisar o volume bruto de empregos criados pelo setor de Transporte, que atinge cerca de 965 mil. O setor de Transporte é apenas superado por EESB com 1,3 milhões de empregos criados, enquanto tem um pouco mais do que o dobro de Telecom (437 mil). Novamente, verifica-se a necessidade de comparação entre o choque unitário e o bruto, visto que o montante de cada choque setorial influencia intensamente nos

<sup>13</sup> Ainda no efeito indireto, outros setores como Comércio, SPEF, Cimento e Transporte, Armazenagem e Correio também possuem participação considerável. Para o caso de SPEF, sua importância advém de seus elos produtivos com o setor de Serviços de Informação (Telecom), e Cimento com o setor de Construção Civil. Quanto a Comércio e Transporte, Armazenagem e Correio, suas relevâncias decorrem de serem atividades com interações difusas pela economia.



resultados obtidos. O pior desempenho do setor de Transporte em relação à atividade de Telecom no choque unitário não se transfere para o choque bruto, dado que o primeiro demonstra mais relevância para o emprego. O choque de investimento em infraestrutura, como enfatizado na seção anterior, acarreta criação de cerca de 2,7 milhões postos de trabalho, valor extremamente impactante para a economia, constituindo-se no resultado mais significativo do trabalho.

Destarte, o exorbitante volume de empregos gerados pelo choque sugere que a característica e a capacidade dos investimentos de infraestrutura, enquanto sustentador da demanda agregada, são pertinentes. A sua realização torna-se ainda mais relevante perante um contexto de crise econômica e elevado desemprego. Todavia, grande parte dos postos de trabalho criados também não têm elevada remuneração, casos das atividades de Construção Civil, SPEF, Comércio e Agricultura, indicando que, apesar de demandarem um elevado volume de trabalho, são de baixa qualificação, atenuando o impacto do choque de investimento. Um lado positivo é a provável alta propensão a consumir, desses indivíduos, recém incluídos na atividade econômica, fortalecendo o efeito renda (consumo endógeno).

No que tange ao Valor Adicionado, conforme a Tabela 10, a efetuação do choque de investimento total (Infraestrutura) acarreta geração de cerca de R\$ 93,5 bilhões de renda. Três setores merecem um maior destaque: o de Construção Civil, Comércio e SPEF, alcançando cerca de 43% da participação do efeito total ao serem somados. O efeito direto é composto majoritariamente pela Construção Civil, com mais de 60% da participação do efeito direto. Outras atividades relevantes são Serviços de Informação com cerca de 14%, e Máquinas e Equipamentos, com aproximadamente 8% de participação. O efeito indireto possui, como principais setores, Comércio, SPEF, Construção Civil e Transporte e Armazenagem, retendo 50% da participação total. Os setores de Comércio e SPEF também se sobressaem na sua participação no efeito renda que, conjuntamente com Atividades Imobiliárias e Intermediações Financeiras, representam cerca de 60% do total<sup>14</sup>.

Tabela 10: Comparação dos impactos no Valor Adicionado dos choques de investimento exógeno em 2015 (Valores em milhões de reais - preços básicos e relativos a 2010).

| Setores               | Direto |          | Indireto |          | Renda  |          | Total  |          |
|-----------------------|--------|----------|----------|----------|--------|----------|--------|----------|
|                       | Bruto  | Unitário | Bruto    | Unitário | Bruto  | Unitário | Bruto  | Unitário |
| <b>EESB</b>           | 12 602 | 0,51     | 8 912    | 0,36     | 21 781 | 0,89     | 43 294 | 1,77     |
| <b>Telecom</b>        | 4 395  | 0,50     | 3 002    | 0,34     | 8 006  | 0,90     | 15 403 | 1,74     |
| <b>Transporte</b>     | 8 840  | 0,43     | 8 161    | 0,39     | 17 848 | 0,86     | 34 848 | 1,69     |
| <b>Infraestrutura</b> | 25 837 | 0,48     | 20 074   | 0,37     | 47 634 | 0,88     | 93 546 | 1,73     |

Fonte: Miguez (2016) e Passoni e Freitas (2018). Elaboração própria.

Para o caso do choque unitário no valor adicionado, os setores que mais geram renda são respectivamente, EESB, Telecom e Transporte. Comparativamente, as atividades de EESB e Telecom possuem um efeito total semelhante, apresentando apenas certas distinções no efeito indireto e renda. Por sua vez, o setor de Transporte apresenta, de forma análoga ao âmbito do emprego, baixo dinamismo nos efeitos diretos e renda. Isso atenua sua capacidade de geração de valor adicionado à economia. Mais uma vez, analisando os resultados em termos brutos do choque, o setor de EESB apresenta o maior volume de renda gerado, seguido por Transporte e Telecom. O tamanho dos investimentos em Telecom configura-se como um empecilho para uma maior alavancagem de seus impactos. No entanto, cabe-se destacar que, apesar de seu

<sup>14</sup> Esses mesmos setores, com a adição de Alimentos e Bebidas, são os que se destacam no efeito renda no âmbito do valor de produção.

impacto bruto não ser excepcional, estimula setores com maior conteúdo tecnológico, fator fundamental para o crescimento econômico. Todavia, graças a tal característica, a sua baixa expansão faz com que essa situação seja preocupante à economia brasileira. Além do mais, do ponto de vista unitário, particularmente no âmbito da renda, Telecom tem fortes repercussões, o que enfatiza sua importância para a economia.

De todo modo, a expansão dos seus investimentos ocasiona, de acordo com o modelo construído, o aumento de quase 0,41 p.p. no PIB, culminando assim, em um impacto significativo. O choque de investimento no setor de Transporte proporciona um aumento do PIB em 0,93 p.p., sendo um resultado robusto para a atividade econômica. No que se refere ao impacto do choque de investimento do setor de EESB no PIB, a sua implementação resultaria em aumento de 1,16 p.p.. Portanto, um incremento de 1,45 pontos percentuais do PIB em investimentos em infraestrutura proporcionaria uma elevação do PIB na ordem de 2,50 pontos percentuais (R\$ 93,5 bilhões), sendo esse resultado impulsionado principalmente por um elevado efeito renda (1,28 p.p.). Os resultados constatados no âmbito do Valor Adicionado sugerem, por conseguinte, que os investimentos em infraestrutura também possuem a característica e a capacidade de indutor da demanda agregada.

A expansão dos investimentos em infraestrutura, em um primeiro momento, ocasionaria elevações na produção, emprego e renda, baseados na composição desse choque. Por possuir uma majoritária parcela dos investimentos vinculados ao setor de Construção Civil, esse choque apresenta um elevadíssimo dinamismo no âmbito do emprego e relevante impacto na produção e na renda. Por essas características e por serem um gasto autônomo, os investimentos em infraestrutura são um intenso sustentador e um pertinente indutor da demanda agregada no curto prazo. Com um certo lapso temporal e, conseqüentemente, uma maturação dos investimentos em infraestrutura (médio e longo prazo), a oferta de insumos e serviços do setor é elevada, acarretando desdobramentos imprescindíveis à atividade econômica.

O aumento na oferta de insumo e serviços concomitantes a fortes encadeamentos para frente e relações intersetoriais difusas e homogêneas com os demais setores no âmbito da produção e renda, faz com que as externalidades positivas da indústria de infraestrutura sejam propagadas intensivamente. Essa conjuntura, de barateamento de insumos e serviços e uma geração de renda difusa para os diversos setores da econômica, propicia a elevação da produção e da renda (PIB) desses outros setores em função da expansão da infraestrutura. Em outros termos, a médio e longo prazo, a capacidade da indústria de infraestrutura de indutor da demanda agregada é vigorosamente intensificada, tornando-se, de fato, uma alternativa viável em momentos de crise (atual) enquanto sustentador e uma política industrial de base na qualidade de indutor da demanda agregada.

## **6. Considerações Finais**

Este artigo possuiu, como objeto central, mensurar os impactos socioeconômicos dos investimentos em infraestrutura na economia brasileira em 2015. Para cumprir tal propósito, utilizou-se a metodologia de insumo-produto, efetuando quatro choques, sendo três individuais, representando os setores da infraestrutura (Energia Elétrica e Saneamento Básico, Telecomunicações e Transporte), e um choque geral, simbolizando o somatório dos individuais. Foram realizados, também, choques unitários para fins comparativos entre os setores, visto que seus vetores de investimento possuem volumes distintos, dificultando a captação dos seus potenciais impactos. O choque bruto simula uma expansão dos investimentos em infraestrutura de 2,29 % para 4% do PIB, um patamar bem próximo da média internacional (3,5%), mas abaixo de uma significativa parcela de países, especialmente em desenvolvimento, como China e Índia.

Ademais, para uma maior compreensão da indústria de infraestrutura, realizou-se a averiguação dos indicadores síntese de seus segmentos nos âmbitos da produção, do emprego e da renda. Nos resultados desses indicadores, tanto no âmbito da produção como no da renda, os setores de infraestrutura demonstram significativo protagonismo, especialmente como indutores da demanda agregada. A combinação de seus intensos *forward linkage* na renda e um elevado patamar de interações com os demais setores da economia, acarreta um mecanismo poderoso de proliferação de externalidades positivas. A expansão dos investimentos em infraestrutura ocasiona uma maior oferta de insumos, serviços e renda para a economia e, por conseguinte, uma maior produção e geração de renda por parte dos setores demandantes. Por certo, enquanto os indicadores síntese reforçam que a expansão da infraestrutura é relevante na produção e no valor adicionado, no âmbito do emprego o mesmo não ocorre, sendo um aspecto negativo para o seu desempenho na atividade econômica. Todavia, mesmo que os setores de infraestrutura não demonstrem um grande desempenho no âmbito do emprego, enquanto atividade produtiva, os seus investimentos são um grande vetor de dinamismo para a criação e sustentação de novos postos de trabalho, especialmente o setor de EESB.

Quanto aos resultados dos choques, inicialmente com o unitário, verifica-se que o setor de Transporte é aquele que demonstra maior encadeamento produtivo, conservando o maior efeito indireto da infraestrutura. Todavia, os seus resultados no efeito renda são os mais baixos, tendo também, os menores impactos no emprego e valor adicionado. Esse setor aparenta, portanto, possuir um forte impacto no valor de produção dos demais setores da economia, sendo um relevante estimulador da atividade, embora não se possa dizer o mesmo quanto ao emprego e renda no choque unitário, comparativamente aos setores de EESB e Telecom. No caso de Telecom, nota-se, de certa maneira, resultados antagônicos ao de Transporte, visto que apresenta os menores resultados no valor de produção e nos efeitos indiretos, indicando ser o setor com o menor volume de encadeamentos produtivos, enquanto retém um forte efeito renda nos âmbitos da produção, emprego e renda. Logicamente, todos esses resultados estão altamente conciliados com a composição do vetor de investimentos demandados pelos setores de infraestrutura. O setor de EESB, por sua vez, apresenta-se de forma muito mais equilibrada que os outros dois setores, sendo que se localiza próximo dos maiores impactos. Esse setor é o que demonstra os maiores impactos unitários, tanto no emprego como na renda.

O elevado desempenho do setor de EESB é transferido para o choque bruto. O setor é o que apresenta os maiores impactos na produção, emprego e renda; seguido de Transporte e Telecom. Portanto, ao se observar tanto o choque bruto como o unitário, embora os três setores possuam uma significativa pertinência, os setores de EESB e Transporte aparentam reter um maior peso na economia brasileira. A menor importância do setor de Telecom pode ser sinal de necessidade de maior desenvolvimento do setor no Brasil em aspectos produtivos e tecnológicos, visto que este demonstra uma tendência de utilização ampla por todos os setores da economia. Isto posto, o exorbitante volume de empregos criados pela expansão dos investimentos em infraestrutura é o principal resultado, ao menos no curto prazo, obtido pelo choque.

Em virtude da distribuição dos investimentos em infraestrutura, o setor de Construção Civil (em todos os casos, exceção do de Telecomunicações) e o setor de SPEF (em Telecomunicações) criam um elevado volume de postos de trabalho por meio do efeito direto. Ambos os setores possuem um grande coeficiente de emprego. No caso do efeito indireto e, especialmente, do efeito renda, os setores de Comércio, Agricultura e SPEF criam um grande montante de empregos. Contudo, apesar do elevado número de postos de trabalho criados, esses não apresentam um salário de alta remuneração, o que limita o seu impacto na atividade econômica. Mesmo que esses postos de trabalho não possuam uma elevada remuneração, a inclusão dos indivíduos na atividade econômica e, por serem trabalhos de baixa qualificação,

dão indícios que eles apresentarão uma elevada propensão a consumir. Tais fatores corroboram a capacidade de os investimentos em infraestrutura serem capazes de sustentar o nível de demanda agregada, especialmente por serem considerados gastos autônomos.

Ademais, a maturação desses investimentos acarreta elevação da oferta dos serviços da indústria de infraestrutura que, por sua vez, proporciona a dispersão de inúmeras externalidades positivas para os setores demandantes de seus insumos e serviços, elevando suas produções e renda. Desse modo, constata-se a capacidade de indutor da demanda agregada a médio e longo prazo. Tal argumento é corroborado pelo exorbitante déficit estrutural na oferta de serviços de infraestrutura que o Brasil vivencia, tornando possível resultados significativos com a elevação dos investimentos em infraestrutura a um patamar acima da média internacional.

Logicamente, o investimento em infraestrutura é apenas o catalizador inicial desse processo, que possui diversas outras variáveis, as quais devem ser contempladas para a manutenção de um alto dinamismo a longo prazo. Fatores como, por exemplo, a taxa de câmbio, a reforma tributária e uma política industrial adequada são imprescindíveis. Outros elementos, como a taxa de juros e o financiamento dos investimentos, são de suma importância. Especificamente sobre o financiamento, embora exerça uma função central para o escopo desta pesquisa, que são os investimentos em infraestrutura, esse aspecto não possui o enfoque do trabalho, que são seus impactos na atividade produtiva e não os condicionantes de sua realização.

### **Referências Bibliográficas**

- BIELSCHOWSKY, Ricardo et al. Investimento e reformas no Brasil: industria e infraestrutura nos anos 1990. Ipea, 2002.
- BIELSCHOWSKY, Ricardo. Estratégia de desenvolvimento e as três frentes de expansão no Brasil: um desenho conceitual. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.
- BULMER-THOMAS, Victor. Input-output analysis in developing countries sources, methods and applications. 1982.
- DÁVILA-FERNÁNDEZ, Marwil Jhonatan. Desindustrialização e o investimento em infraestrutura como instrumento conciliador de uma política industrial base no Brasil. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, n. 3, p. 576-600, 2015.
- FLEURY, F.L. (2009), “Investimento em infraestrutura como instrumento de política industrial”, Tese (Doutorado em Administração) — Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 206 pp.
- FREITAS, F.; e DWECK, E. (2010). Matriz de Absorção de investimento e análises de impactos econômicos. In: David Kupfer; Mariano F. Laplane; Célio Hiratuka. (Org.). *Perspectivas do Investimento no Brasil: temas transversais*. 1ed. Campinas: Synergia, 2010, v. 4, p. 401-428.
- HIRSCHMAN, A. (1958). *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press, 1958;
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. *Infrastructure productivity: how to save \$ 1 trillion a year*. McKinsey & Company, jan. 2013.
- MIGUEZ, Thiago. *Evolução da Formação Bruta de Capital Fixo na Economia Brasileira 2000–2013: Uma Análise Multissetorial com Base nas Matrizes de Absorção de Investimento (MAIs)*. Unpublished PhD Dissertation, 2016.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. Input-output analysis: foundations and extensions. Cambridge university press, 2009.

PASSONI, P; FREITAS, F. Metodologia para estimação de uma série de matrizes insumo-produto para o Brasil de 2000 a 2015. 2018. Mimeo.

PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research policy, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PEREIRA, A.; PUGA, F. P. Infraestrutura no Brasil: ajustando o foco. Rio de Janeiro: BNDES, nov. 2016. (Textos para Discussão n.112).

PINTO JÚNIOR, Helder Queiroz et al. Perspectivas do investimento em infraestrutura. Rio de Janeiro: Campinas: Synergia: UFRJ, Instituto de Economia: UNICAMP, Instituto de Economia, 2010.

PUGA, Fernando Pimentel; GABRIELLI, Humberto. *O BNDES e o investimento: 2000 a 2016*. 2018.

ROZAS, P. e SÁNCHEZ, R. (2004), “Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual”, Serie recursos naturales e infraestructura CEPAL, nº 75, Santiago de Chile, octubre del 2004

SARTI, Fernando. Padrão de crescimento e desenvolvimento industrial. In: BARBOSA, Nelson et al. (Org.). Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil. Elsevier, 2015.

SARTI, Fernando; HIRATUKA, Célio. Desempenho recente da indústria brasileira no contexto de mudanças estruturais domésticas e globais. *Campinas: Instituto de Economia Unicamp*, 2017.