

**Evolução da Produtividade, da Eficiência Técnica
e do Progresso Tecnológico na Construção Civil**

**Câmara Brasileira da Indústria da Construção -
CBIC**

**Produto Único - Análise da Produtividade do
Setor de Construção Civil - 2ª Versão**

19 de agosto de 2014

FICHA TÉCNICA

Objeto do Contrato	Evolução da Produtividade, da Eficiência Técnica e do Progresso Tecnológico na Construção Civil
Data de Assinatura do Contrato	1/4/2014
Prazo de Execução	2 (dois) meses
Contratante	Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC
Contratada	Fundação Getulio Vargas
Coordenadora Geral	Ana Maria Castelo

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	4
2. EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DAS EMPRESAS	5
3. CONDICIONANTES DA PRODUTIVIDADE	15
ANEXO METODOLÓGICO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. APRESENTAÇÃO

É percepção corrente que nos últimos dez anos, período de forte retomada da construção civil no país, a produtividade setorial caiu. De fato, essa percepção encontra fundamento e independe do indicador escolhido, seja ele a Produtividade Total de Fatores (PTF), a Produção por Homem-Hora Empregado ou o Valor Agregado por Trabalhador.

A mensuração da produtividade das empresas permite analisar o ciclo de crescimento dos últimos anos de forma mais qualitativa. Afinal, se o produto do setor cresceu mais de 8%, em 2012, mas as empresas perderam produtividade, então o produto poderia ter crescido 10% ou mais, se os fatores tivessem sido utilizados de forma mais eficiente.

Desde 2011, houve uma desaceleração expressiva do crescimento setorial. E uma vez que o mercado da construção passe a crescer de forma mais moderada, a obtenção de ganhos de produtividade tende a ser, cada vez mais, um meio sustentável de melhor remunerar trabalhadores e empresários. Enfim, na atual conjuntura, a atenção se volta para o canteiro de obras, pois é lá que se concretizam os avanços na produtividade e outras questões ganham relevo: o planejamento e gestão efetiva dos processos produtivos, o emprego de novas tecnologias e a qualificação dos trabalhadores.

Por tudo isso, é evidente a importância de estudos continuados sobre o tema da produtividade na construção civil, especialmente no cenário brasileiro atual, de baixo crescimento econômico e consequente busca de melhoria da eficiência produtiva. Este trabalho, uma solicitação da **Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC** à **Fundação Getúlio Vargas - FGV**, atualiza a pesquisa realizada em 2012, *A Produtividade da Construção Civil Brasileira*, também solicitada pela **CBIC** à **FGV**.

Este estudo apresenta avanços metodológicos quando comparado com a versão anterior, que tratava da produtividade da indústria de 2003 a 2009. Os avanços foram os seguintes:

- i. Durante todo o período de análise (2007 a 2012), os dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) consideram a CNAE 2.0¹. A homogeneidade da classificação possibilitou a mensuração mais precisa dos indicadores de produtividade;
- e
- ii. Em todo o período de análise, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) adotou o mesmo critério de empresa ativa para a seleção dos informantes da pesquisa, o que permitiu a inclusão dos dados das menores empresas (uma a quatro pessoas ocupadas) sem eventuais distorções nos resultados, fato que não foi possível no relatório anterior.

O presente estudo fez uso dos dados da PAIC de 2007 a 2012. A PAIC é a principal pesquisa do IBGE sobre a estrutura da indústria da construção e cobre todas as empresas ativas com 30 ou mais pessoas ocupadas, sendo que para as demais empresas, de uma a 29 pessoas ocupadas, o IBGE infere o resultado do universo com base nos dados informados por uma amostra de empresas.

2. EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DAS EMPRESAS

Preliminarmente, cabe salientar que o termo produtividade é empregado de diferentes formas, dependendo do que se pretende analisar, mas em todos os casos está implícita a ideia de processo produtivo. Em qualquer segmento da economia, o nível e a evolução de produtividade dependem de um conjunto de condicionantes. Tanto a capacidade de gerar produção física quanto a de agregar valor são influenciadas, antes de tudo, pela qualidade dos fatores de produção utilizados, como mão de obra, capital, escala de operação, técnicas de gestão e relacionamento com fornecedores, dentre outros.

Um dos modos tradicionais e operacionais de analisar a produtividade se dá com base no conceito de Produtividade Total dos Fatores (PTF). Nesse caso, o conceito e a forma de mensurar se diferenciam em relação à produtividade de cada fator separadamente. Se o trabalho e o capital forem considerados como os únicos fatores que, quando combinados, geram determinado produto, então, sob determinadas hipóteses, qualquer variação do produto em proporção maior ou

¹ A CNAE é a Classificação Nacional de Atividades Econômicas. No estudo anterior, os dados de parte do período de análise se referiam à CNAE 1.0 e o restante era baseado na CNAE 2.0, o que exigiu a conversão dos dados de modo a uniformizar a CNAE, mas essa conversão implicou em problemas apontados no relatório anterior.

menor que as variações observadas no emprego e no estoque de capital pode ser vista como decorrente de mudanças da produtividade do conjunto dos fatores, ou seja, trabalho e capital. Portanto, o crescimento da PTF indica que o processo produtivo se tornou mais eficaz e essa “mudança qualitativa” gerou um produto adicional. A definição formal dos indicadores de produtividade e os critérios e procedimentos utilizados para o cálculo são apresentados no **Anexo Metodológico**.

Antes de expor os resultados dos indicadores de produtividade, cabem algumas breves considerações sobre os conceitos aqui adotados. O termo “produtividade” é muitas vezes empregado de diferentes formas, tais como: produtividade do trabalho, produtividade do capital físico, produtividade de um processo produtivo, produtividade de um insumo, produtividade total dos fatores, entre outros. A depender do que se pretende analisar, utiliza-se a definição apropriada; em todos os casos, está implícita a ideia de processo produtivo.

O canteiro de uma obra pode ser considerado o local onde são combinados diversos recursos (trabalho, equipamentos e insumos) de modo a obter, ao final do processo produtivo, um produto final (por exemplo, uma edificação). Em outras palavras, o processo produtivo se caracteriza por “entradas” (emprego de recursos) e “saídas” (produção resultante), sendo a relação entre essas duas variáveis denominada produtividade. Portanto, elevar a produtividade significa obter produção mais elevada para uma dada quantidade de recursos empregados ou, de outra maneira, empregar menos recursos para uma dada produção.

Há de se fazer uma distinção, contudo, entre os termos “produção” e “produto”. O valor da produção de um setor incorpora todos os insumos (bens e serviços intermediários) utilizados na elaboração do produto final, além de incorporar também o valor adicionado pelo setor. Por sua vez, o valor do produto corresponde apenas ao valor adicionado no processo produtivo, ou seja, desconsidera o valor dos insumos. O indicador relevante para medir o nível de atividade econômica de um setor é o produto (valor adicionado), pois este representa a exata contribuição econômica do setor. Assim, os indicadores de produtividade serão definidos com base no produto da indústria de construção, isto é, no valor adicionado pela indústria.

Os indicadores de produtividade considerados no presente estudo são três:

- i. A relação entre o produto gerado pela indústria da construção em dado ano e a quantidade de trabalhadores empregados (produtividade do trabalho);
- ii. A relação entre o produto e o estoque de capital físico (produtividade do capital); e
- iii. A produtividade total dos fatores (PTF).

Em 2012, por exemplo, os 2.814.268 trabalhadores do setor formal da indústria da construção civil geraram um produto de R\$ 159,2 bilhões, o que implica em produtividade de R\$ 56.591 por trabalhador. De forma análoga, o estoque de capital físico empregado na indústria de construção, em 2012, foi pouco superior a R\$ 500 bilhões, o que implica em produtividade de cerca de R\$ 0,32 para cada R\$ 1,00 de estoque de capital físico. A evolução dos indicadores de produtividade de cada fator de produção (capital e trabalho) será apresentada na próxima seção.

Evolução da Produtividade da Construção de 2007 a 2012

No período de 2007 a 2012, a Produtividade Total dos Fatores (PTF) das empresas de construção civil apresentou declínio médio de 0,4% ao ano. Essa queda da PTF foi observada em todos os anos do período analisado, à exceção de 2009. A queda da PTF indica uma perda de eficiência do setor, ou seja, ao analisar as empresas em seu conjunto, conclui-se que, apesar do forte crescimento do nível de atividade nos anos recentes, o setor perdeu produtividade.

A conclusão acima é ratificada quando se observa o comportamento da produtividade do trabalho. De 2007 a 2012, a produtividade média de cada trabalhador da indústria de construção caiu a uma taxa média de 0,2% ao ano. O emprego na indústria de construção cresceu ao ritmo elevado de 12,3% ao ano, o que resultou na abertura de pouco mais de um milhão e duzentos mil novos postos de trabalho em apenas cinco anos. No entanto, a produtividade dos trabalhadores declinou a maior parte do período. Em 2007, cada trabalhador da indústria gerou produto equivalente a R\$ 57,2 mil (ajustado pelo INCC-DI) e, em 2012, esse indicador foi de R\$ 56,6 mil, ou seja, 1,1% inferior.

Os investimentos das empresas de construção em máquinas, equipamentos, meios de transporte, terrenos, edificações e outros ativos apresentaram crescimento real de quase 160% entre 2007 e 2012. A produtividade do estoque de capital acumulado pelo setor caiu a uma taxa média de 0,5% ao ano no mesmo período.

Tabela 2.1

Taxa Média de Crescimento da Produtividade (% ao ano)

Período	Produtividade do Trabalho	Produtividade do Capital	Produtividade Total dos Fatores
2007/2012	-0,2%	-0,5%	-0,4%
2007/2010	-1,2%	1,4%	0,0%
2010/2012	1,3%	-3,3%	-1,0%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PAIC

A evolução dos indicadores de produtividade não foi uniforme ao longo do período. Para fins de análise, optou-se por dividir o período em dois intervalos: o primeiro, de 2007 a 2010, corresponde aos anos de crescimento acelerado do produto da indústria (expansão média de 14,2% ao ano); no segundo intervalo, de 2010 a 2012, o crescimento da indústria recuou para uma média de 9,0% ao ano.

Nos anos de maior crescimento da construção civil (2007 a 2010), apenas a produtividade do trabalho apresentou desempenho negativo, como mostra a **Tabela 2.1**. Nesse período, o ritmo de contratações de trabalhadores superou a expansão do produto, o que implicou em queda da produtividade da mão de obra. No período seguinte (2010 a 2012), a situação se inverteu, visto que apenas a produtividade do trabalho registrou crescimento. O que se nota nesse período mais recente é que o estoque de capital físico passou a crescer mais que as contratações de trabalhadores, entretanto o produto da indústria não acompanhou o forte crescimento do estoque de capital, o que resultou em queda da produtividade do capital. Mas deve-se notar que esses elevados investimentos em máquinas, equipamentos e terrenos podem contribuir para aumentar a produtividade do capital nos próximos anos.

O produto da indústria da construção civil cresce em função do aumento do número de trabalhadores empregados, do estoque de capital e da produtividade total dos fatores. Portanto, é possível decompor o crescimento da indústria de acordo com a variação de cada um dos seus componentes, como mostra a **Tabela 2.2**. Em 2012, por exemplo, a força de trabalho e o estoque de capital cresceram 3,3% e 6,5% ao ano, em média. Se a PTF tivesse se mantido constante no período, então o crescimento do produto da indústria corresponderia à soma ponderada do crescimento de cada fator de produção, ou seja, 9,8% ao ano. No entanto, a PTF caiu 1,0%, em 2012, o que resultou em menor expansão do produto, de 8,8% naquele ano.

A queda da PTF significa que as empresas deixam de produzir com a mesma eficiência que produziam antes e, por consequência, ocorrem perdas de valor adicionado (produto). O que deixa de ser produzido também deixa de remunerar empresários (lucros), trabalhadores (salários) e governos (impostos).

Tabela 2.2
Decomposição do Crescimento das Empresas da Construção

Ano	Varição do Produto	Varição do Emprego*	Varição do Estoque de Capital*	Varição da PTF
2008	9,1%	7,6%	4,7%	-3,2%
2009	18,5%	7,0%	7,5%	4,0%
2010	15,1%	9,9%	6,5%	-1,4%
2011	9,2%	5,2%	5,0%	-1,0%
2012	8,8%	3,3%	6,5%	-1,0%
Média 2007-2012	12,1%	6,4%	6,0%	-0,4%

* Os pesos do crescimento do emprego e do capital são dados pelas participações de cada fator no produto da indústria (em 2012, a remuneração do trabalho correspondeu a quase 57% do produto, sendo o restante a participação do capital). Os valores da **Tabela 2.2** correspondem à aplicação da expressão (3) do **Anexo Metodológico**.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PAIC

De 2007 a 2012, o setor da construção no Brasil observou crescimento acelerado do produto (taxa média de 12,1% ao ano), o que exigiu esforços na contratação e treinamento de novos trabalhadores, além de investimentos em máquinas, equipamentos e terrenos. Os indicadores de produtividade mostram que o crescimento econômico do setor nos últimos anos ocorreu acompanhado de perdas de produtividade. De modo geral, houve perda de eficiência na alocação de trabalhadores e capital físico nas obras, ou seja, os fatores de produção se tornaram mais improdutivos. Esse fato traz diversas implicações para o setor, pois a capacidade de continuar crescendo, com elevação real das remunerações de empresários e trabalhadores, está bastante associada à obtenção de ganhos de produtividade.

Produtividade Total dos Fatores por Porte de Empresa

Os indicadores de produtividade variam bastante conforme o porte das empresas de construção, como mostra a **Tabela 2.3**. De modo geral, as maiores empresas (30 ou mais pessoas ocupadas) apresentaram os melhores resultados – neste grupo, a PTF cresceu uma média de 0,2% ao ano

de 2007 a 2012 e a produtividade do trabalho aumentou 0,6% ao ano. Nos dois outros grupos, das empresas menores, houve queda em todos os indicadores de produtividade.

Tabela 2.3

Produtividade dos Fatores de Produção e da PTF, por porte (% ao ano)

Porte da Empresa	Período	Produto / Trabalhador	Produto / Capital	Produtividade Total dos Fatores
Todas as Empresas	2007 / 2012	0,2%	-0,5%	-0,4%
De 5 a 29 ocupados	2007 / 2012	-2,7%	-0,7%	-2,2%
De 30 ou mais ocupados	2007 / 2012	0,6%	-0,2%	0,2%
De 1 a 4 ocupados	2007 / 2012	-5,0%	-1,5%	-1,2%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PAIC

As maiores empresas de construção foram as que lideraram o crescimento econômico do setor no período analisado. O produto dessas empresas cresceu a uma taxa de 13,6% ao ano e foi acompanhado por igual variação do emprego. Como resultado houve o aumento da participação das maiores empresas no produto setorial: de 75,8%, em 2007, para 81,2%, em 2012.

É de esperar que as maiores empresas de construção estejam mais bem estruturadas para promover ganhos de produtividade em suas obras, pois o porte das empresas favorece uma maior qualificação do planejamento, gestão dos processos, emprego de máquinas e equipamentos, acesso às novas tecnologias e métodos construtivos, além da capacitação da mão de obra. No entanto, mesmo no grupo das empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas, os indicadores de produtividade não têm crescido de forma consistente. Apesar de a variação média da PTF ter sido positiva no período, isso se deveu principalmente ao resultado expressivo registrado em 2009 (ano em que cresceu 6,5%), nos anos seguintes até 2012 a tendência foi de queda da PTF.

A indústria de construção é intensiva no fator trabalho. No grupo das maiores empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas, 60% do valor adicionado em 2012 foram destinados à remuneração da mão de obra (salários, encargos, benefícios etc.). De 2007 a 2012, a remuneração da mão de obra teve crescimento real de 3,8% ao ano, mas a produtividade do trabalho cresceu apenas 0,6% ao ano.

Em outras palavras, enquanto o valor adicionado médio de cada trabalhador cresceu menos de 3%, o salário anual por trabalhador passou de R\$ 28,8 mil, em 2007, para R\$ 34,8 mil, em 2012 (com todos os valores ajustados à inflação no período). As dificuldades das maiores empresas em

induzir ganhos de produtividade da mão de obra contribuíram para reduzir as suas margens de rentabilidade, a despeito da eventual influência de outros fatores sobre as margens.

Por sua vez, entre as menores empresas de construção (uma a quatro pessoas ocupadas), os indicadores de produtividade caíram intensamente no período. Cabe observar que a participação das pequenas empresas na indústria da construção é baixa – 4,2% do total do valor adicionado, em 2012 –, motivo pelo qual esse forte declínio da produtividade possui impacto limitado nos indicadores do setor.

A evolução do emprego das menores empresas foi um pouco inferior ao emprego do setor como um todo (elevação média de cerca de 11,0% ao ano), embora sua trajetória de crescimento seja mais volátil. O problema reside no fato de o crescimento do emprego e dos investimentos das pequenas empresas de construção não se transformarem em aumento expressivo do produto. De 2007 a 2012, o produto desse grupo de empresas aumentou 5,5% ao ano, apesar do forte incremento dos fatores de produção.

Os indicadores de produtividade das pequenas empresas devem ser interpretados com cuidado, uma vez que podem estar refletindo o impacto da crescente formalização da mão de obra, ou seja, muitos trabalhadores informais, que já contribuía com o produto do setor, apenas passaram a fazer parte das estatísticas oficiais divulgadas pela PAIC. Em 2007, por exemplo, o emprego das pequenas empresas cresceu expressivos 17,4%, enquanto o produto retraiu 7,2%, o que sugere que parte desse crescimento do emprego registrado pela PAIC foi apenas em razão da formalização de trabalhadores que já compunham da força de trabalho. No entanto em 2012, esse quadro muda consideravelmente: enquanto o valor adicionado cresceu cerca de 25%, o número de trabalhadores elevou-se apenas 2,2%, refletindo o aumento expressivo dessas empresas em máquinas e equipamentos. A produtividade do trabalhador elevou-se significativamente e acima dos ganhos salariais. Enfim, essas empresas tiveram um ganho de eficiência que se refletiu na PTF. Assim, na média do período (2007 a 2012), a PTF foi negativa (-1,2% a.a), mas cresceu fortemente no último ano (14,2%).

As empresas de porte intermediário (5 a 29 pessoas ocupadas) também observaram redução da PTF e da produtividade do trabalho e do capital no período. A PTF e a produtividade do trabalho declinaram 2,2% e 2,7% ao ano, respectivamente, o que reflete um cenário bastante desfavorável para esse segmento. A produtividade do capital físico também declinou, mas de forma menos

proeminente: queda de 0,5% ao ano no período de referência. No entanto, ao contrário do que foi observado com as empresas de menor porte, o ano de 2012 para este grupo de empresas não foi satisfatório: houve retração do produto em 1,3%, além de forte declínio da produtividade do trabalho (-2,5%), do capital (-8,4%) e da PTF (-6,5%).

O trabalhador médio desse grupo de empresas contribuía com R\$ 54,4 mil para o produto do setor em 2007 e, cinco anos depois, essa contribuição caiu para R\$ 47,4 mil.

Produtividade Total dos Fatores por Segmento de Atividade

A evolução dos indicadores de produtividade por segmento da indústria de construção permite uma análise mais reveladora sobre as mudanças pelas quais o setor vem passando nos anos recentes. O IBGE classifica a indústria de construção em três grandes segmentos:

- i. Construção de edifícios;
- ii. Obras de infraestrutura; e
- iii. Serviços especializados para construção.

O primeiro engloba não apenas as empresas de edificações, como também às de incorporação imobiliária. O segmento de infraestrutura contempla as construtoras de infraestrutura de transporte (incluindo obras de urbanização), energia elétrica, telecomunicações, saneamento, entre outras. O terceiro segmento é o mais diversificado, englobando desde empresas de preparação de terreno e instalações elétricas e hidráulicas até às de obras de acabamento e outros serviços especializados. Uma característica do segmento de serviços especializados para construção é a predominância de empresas que prestam serviços para empresas dos segmentos de construção de edifícios e de infraestrutura.

Em 2012, o segmento de construção de edifícios representou cerca de 40% do total do produto e do emprego relativo às empresas da construção de todo o Brasil e passou a responder pelo maior produto. As maiores empresas desse segmento (30 ou mais pessoas ocupadas) respondem por 75,6% do produto e há uma clara tendência de redução do emprego e do produto das menores empresas (1 a 4 pessoas ocupadas) no período analisado.

Os indicadores de produtividade das empresas de construção de edifícios apresentaram modesto crescimento, como indicado na **Tabela 2.4**. A PTF cresceu 0,6% ao ano, o que implicou elevação acumulada de 3,3% de 2007 a 2012. O comportamento da PTF oscilou bastante ao longo do quadriênio e, se não fosse o forte aumento de 9,1% em 2009, esse indicador teria apresentado queda no período. Ademais, 2009 foi também o ano em que o nível de atividade das construtoras de edifícios mais cresceu, com incremento de 25,7% do produto. Já a produtividade do trabalho cresceu ao ritmo de 0,6% ao ano, taxa bastante inferior à do crescimento do salário real no período, de 4,5% ao ano.

Ao se analisar o segmento de acordo com o porte das empresas, nota-se que apenas as maiores construtoras (30 ou mais pessoas ocupadas) registraram aumento da produtividade do trabalho (taxa de 2,0% ao ano). Por outro lado, as menores empresas (1 a 4 pessoas ocupadas) observaram queda de 3,5% na produtividade do trabalho ao mesmo tempo em que o salário real (já incluídos encargos e benefícios) cresceu 5,8% ao longo do período..

Tabela 2.4

Produtividade dos Fatores de Produção e da PTF, por segmento de atividade (% ao ano)

Segmento	Período	Produto / Trabalhador	Produto / Capital	Produtividade Total dos Fatores
Todas as Empresas	2007/2012	-0,2%	-0,5%	-0,4%
Edificação	2007/2012	0,6%	0,7%	0,6%
Infraestrutura	2007/2012	1,0%	-0,1%	0,5%
Serv.Especializados	2007/2012	-3,2%	-2,6%	-3,3%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PAIC

O segmento de infraestrutura com um valor adicionado de R\$ 63 bilhões, em 2012, representou 40% do produto total gerado pelas empresas da construção. O segmento se destaca pelo porte das empresas, com as maiores construtoras respondendo por 95% do produto gerado em 2012 – no segmento de edificações as maiores empresas representam 75% da valor adicionado.

O desempenho da PTF das empresas de infraestrutura seguiu a taxa média de 0,5% ao ano, ou seja, pouco inferior ao das construtoras de edifícios. Cabe observar que o aumento da PTF da infraestrutura ocorreu apenas no triênio 2007 a 2010, enquanto o produto das empresas crescia à taxa média de 15,0% ao ano. A partir de 2011 houve uma desaceleração expressiva – o

crescimento passou para 5,2% nos últimos dois anos. A PTF reduziu de 2,4% ao ano (taxa média de 2007 a 2010) para -2,2%, em 2011 e 2012.

Vale notar que os trabalhadores das empresas de infraestrutura possuem a maior remuneração média (R\$ 44,9 mil em 2012) e produtividade do trabalho (R\$ 66,8 mil) da indústria da construção. Entre 2007 a 2012, enquanto a produtividade dos trabalhadores de infraestrutura cresceu 1,0% ao ano, os salários subiram 6,5% ao ano, em termos reais.

O segmento de serviços especializados para construção se distingue dos dois primeiros pelo fato de o nível de atividade ser menos concentrado nas maiores empresas. As empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas representam apenas 63,7% do valor adicionado e 59% do pessoal ocupado, cabendo observar que essas participações das maiores empresas vêm se reduzindo desde 2007. Outro aspecto que chama a atenção se refere ao fato deste ser o segmento que tem apresentado as mais altas taxas de crescimento de 2007 a 2012 – taxas médias de 13% ao ano, do produto, e de 16,6%, do emprego (o contingente de mão de obra acumulou elevação de 115% em apenas cinco anos).

A produtividade das empresas de serviços especializados para construção seguiu trajetória oposta às dos segmentos de edificações e infraestrutura. De fato, o acentuado declínio dos indicadores de produtividade das empresas de serviços foi responsável pela queda da produtividade da indústria de construção como um todo no período de análise.

A PTF do segmento de serviços especializados caiu 3,3% ao ano de 2007 a 2012, acumulando queda de 15,6% no período. A produtividade do trabalho também registrou trajetória declinante, de - 3,2% ao ano. Essa forte queda na produtividade do trabalho foi acompanhada de aumento de 1,7% ao ano dos salários reais. A produtividade do capital físico declinou, por sua vez, à taxa de 2,6% ao ano. Esse cenário bastante desfavorável sugere que as empresas desse segmento tenham sofrido severas dificuldades para controlar custos e manter a rentabilidade de suas operações.

O aspecto que mais se destacou no segmento de serviços especializados foi a vertiginosa expansão da mão de obra, sobretudo no biênio 2010/2011 (apenas em 2010 o aumento foi de 50,6%). Nesse contexto de mudanças bruscas do emprego, as empresas encontraram dificuldades em manter os níveis de produtividade dos fatores de produção. O aumento da mão de

obra talvez tenha sido uma resposta rápida das empresas ao aumento das demandas por serviços e exigências de cumprimentos de prazos, mas essa agilidade na contratação de recursos acabou por implicar fortes perdas de produtividade.

No entanto, em 2012 nota-se uma mudança significativa desse quadro: houve um crescimento considerável dos investimentos das empresas de serviços especializados, de um patamar de R\$ 9,7 bilhões, em 2011, para R\$ 19,0 bilhões, em 2012 (aumento real de 82%), o que determinou uma elevação expressiva na produtividade do trabalho. Essa mudança pode ser indicativo do esforço de ajuste do segmento e pode representar ganhos importantes nos próximos anos.

3. CONDICIONANTES DA PRODUTIVIDADE

A presente seção tem por objetivo identificar e analisar os fatores que podem estar relacionados às variações dos indicadores de produtividade da indústria de construção no período 2007 a 2012.

Conforme já comentado na **Seção 2**, a Produtividade Total dos Fatores (PTF) pode ser interpretada como uma variável que abrange todos os eventos (em princípio, desconhecidos) que afetam o nível de produto e que não podem ser atribuídos a mudanças na quantidade de mão de obra e capital físico empregado. Supõe-se que, em prazos mais longos, a PTF esteja bastante associada ao progresso tecnológico e à qualificação do capital humano, mas quando se trata de horizontes mais curtos (cinco anos, no caso em tela) torna-se provável que outras variáveis, além do progresso tecnológico, possam estar interferindo na PTF.

A avaliação do eventual impacto que o progresso tecnológico e outras variáveis podem estar exercendo no desempenho econômico da indústria da construção é tarefa bastante restrita em função da escassez de dados mais específicos sobre as mudanças tecnológicas e gerenciais em curso². A despeito disso, busca-se aqui apresentar algumas evidências de mudanças pelas quais o setor vem passando e que podem estar relacionadas aos indicadores de produtividade.

² Ao contrário da indústria extrativa e de transformação, cujas atividades tecnológicas são objeto de pesquisas periódicas de órgãos oficiais (como exemplo, a Pesquisa de Inovação Tecnológica, do IBGE, e a Sondagem de Inovação, da Associação Brasileira do Desenvolvimento Industrial), a indústria da construção carece de fontes de informação acerca do tema.

Optou-se por identificar apenas mudanças no âmbito da indústria de construção que podem estar afetando a produtividade do setor, ou seja, as mudanças “dentro dos canteiros de obras”. Sabe-se que a produtividade da construção civil também pode ser afetada por variáveis sistêmicas externas ao setor, tais como aquelas que se convencionou chamar de “custo Brasil” (elevada carga tributária, deficiências da infraestrutura, encargos e restrições comerciais, entre outras). Porém, essas variáveis externas afetam o desempenho da economia de modo geral e não estão sob o controle direto do setor, motivo pelo qual não foram aqui priorizadas.

Subcontratação

Como visto na **Seção 2**, a Produtividade Total dos Fatores (PTF) declinou a uma taxa média de 0,4% ao ano de 2007 a 2012 e a produtividade do trabalho registrou queda de 0,2% ao ano. Ao analisar os três grandes segmentos da indústria, pode-se constatar que os segmentos de construção de edifícios e de obras de infraestrutura registraram crescimento modesto da PTF e produtividade do trabalho, enquanto os serviços especializados para construção tiveram queda bastante acentuada de 3,3% a.a.

Portanto, foi a queda da produtividade dos serviços especializados para construção que determinou o declínio dos indicadores das empresas da construção como um todo. Em paralelo ao rebaixamento de sua produtividade, chama a atenção o fato de o emprego daquele segmento ter passado de 328 mil trabalhadores, em 2007, para 706 mil, em 2012, o que representa crescimento de 115% (16,5% ao ano). Além disso, os investimentos também tiveram expressivo aumento real de 329% no mesmo período. Esse brusco movimento de contratações de trabalhadores e ampliação do estoque de capital não se reverteu em variação equivalente do produto, o que afetou negativamente os indicadores de produtividade.

O que se pode concluir é que as empresas da construção passaram por uma recomposição de sua mão de obra que afetou a produtividade. Os serviços especializados para construção respondiam por 20,8% do total do emprego da indústria em 2007 e passaram a participar com 25,1%, em 2012. Mas ao se considerar o produto dos serviços especializados, a participação ficou relativamente estável em 19%. Enfim, essa expansão econômica relativa do segmento com baixo desempenho de produtividade – os serviços especializados – contribuiu para que, ao final do período, o setor de construção se tornasse menos produtivo.

Dada a natureza das atividades do segmento de serviços especializados para construção, o aumento de sua participação no emprego e no produto do setor está associado às estratégias das empresas de construção de edifícios e obras de infraestrutura em elevar a subcontratação de serviços³. Diante de um contexto de forte crescimento da demanda por obras, a subcontratação de serviços foi vista como uma forma de se obter ganhos decorrentes da especialização, além de maior agilidade no cumprimento dos prazos, uma vez que a execução das obras ficaria descentralizada e sob a responsabilidade de diversas empresas especializadas em suas respectivas atividades.

Além dos benefícios econômicos esperados, o aumento da subcontratação de serviços permitiu que construtoras de edifícios e obras de infraestrutura mobilizassem suas equipes e concentrassem esforços em atividades de caráter mais estratégico, tais como a prospecção de novos negócios e mercados, vendas, gestão de projetos e de contratos com fornecedores. Enfim, o elevado aquecimento do mercado de construção observado no período contribuiu para que as empresas priorizassem o aproveitamento das oportunidades de negócios e delegassem a execução das obras.

Ocorre que, ao terceirizar serviços, muitas vezes as construtoras transferem aos fornecedores a gestão dos processos produtivos nos canteiros de obras, incluindo a alocação de trabalhadores, máquinas e equipamentos e a definição dos métodos de trabalho, passando a se concentrar na gestão de contratos. Porém, as atividades de planejamento e gestão dos processos produtivos são justamente aquelas com maior potencial de impacto nos indicadores de produtividade. Assim, com o aumento das subcontratações, o controle da produtividade das obras passou cada vez mais a ser exercido de forma difusa por diversas empresas de serviços especializados (terraplenagem, fundações, instalações hidráulicas e elétricas, acabamento, entre outras).

A prática da subcontratação também transfere para o prestador de serviços eventuais benefícios decorrentes da elevação da produtividade, mas elevar a produtividade de forma sustentável é um processo que exige planejamento, investimentos e esforços prévios direcionados para essa finalidade, a começar pela necessidade de medir a produtividade de cada serviço. A se julgar pelos resultados da produtividade do segmento de serviços especializados para construção, conclui-se que as empresas, em seu conjunto, não têm conseguido sequer manter os níveis de produtividade em um ambiente caracterizado pela escalada da demanda.

³ Cabe observar que os segmentos de construção de edifícios e obras de infraestrutura são os principais, mas não os únicos contratantes de serviços especializados (como exemplo, a indústria extrativa mineral demanda serviços especializados).

Cabe destacar que os resultados negativos dos indicadores de produtividade das empresas de serviços especializados da construção devem ser interpretados a partir da compreensão da realidade observada pela indústria de 2007 a 2012. De modo geral, as empresas sempre buscam otimizar o uso dos recursos produtivos, pois sabem que a produtividade afeta diretamente a margem de lucro obtida. A questão que se coloca é que, em um ambiente que passa por fortes mudanças, pode haver dificuldade das empresas em ajustar rapidamente os seus processos produtivos. Em 2010, por exemplo, as empresas de serviços especializados elevaram o número de trabalhadores em 50,6%, ou seja, abriram 206 mil postos em apenas um ano. Esse movimento brusco de contratações se deu em reação às elevadas demandas que o segmento vinha recebendo. No entanto, o processo de ajuste do produto ao novo contingente de trabalhadores pode ser mais lento em razão das próprias restrições que as empresas enfrentam na gestão de seus processos produtivos. Embora a produtividade do trabalho das empresas de serviços especializados tenha caído 13% em 2010, a queda foi de apenas 5% no ano seguinte, e, em 2012, houve aumento significativo de 12%.

Uma possível dificuldade que o segmento de serviços especializados para construção pode estar encontrando diz respeito ao porte das empresas. Ainda que tamanho de empresa não seja uma condição necessária para a gestão eficiente dos processos produtivos, supõe-se que as empresas de maior porte estejam mais bem estruturadas e contem com maior disponibilidade de recursos para investir em produtividade. Quando comparado com os outros dois segmentos, o de serviços especializados se caracteriza pelo menor porte das empresas: 14 trabalhadores por empresa, em 2012, contra 27 na construção de edifícios e 90 nas obras de infraestrutura. Além disso, as maiores empresas (30 ou mais pessoas ocupadas) de serviços especializados respondem por 59% da mão de obra do segmento, contra 75%, em edificações, e 94%, em obras de infraestrutura. Por fim, nota-se uma clara tendência de redução do porte das empresas de serviços especializados ao longo do período de análise (em 2007, o grupo das maiores empresas respondia por 63,5% do emprego), o que se contrapõe à tendência observada nos segmentos de edificações e obras de infraestrutura.

Outra dificuldade que pode estar afetando a produtividade, sobretudo do segmento de construção edifícios, diz respeito à organização empresarial para o uso de novas tecnologias, conforme já retratado por outros autores⁴. Quando a empresa responsável pela construção contrata uma empresa de serviço especializado, o seu principal foco passa a ser o nível de produção e o prazo da obra. A qualificação da empresa contratada para o uso de novas tecnologias, o seu domínio da

⁴ Referência: “Desafios para o Aumento de Produtividade na Indústria da Construção Habitacional”, de Mercia Maria S. Bottura de Barros e Luís Otávio Cocito Araújo. Conjuntura da Construção, março/14. SindusCon-SP e FGV/IBRE.

inovação e a capacitação de seus trabalhadores são questões frequentemente deixadas de lado. Dessa forma, mesmo quando são propostas “inovações pontuais”, o processo produtivo continua essencialmente o mesmo e isso se torna um empecilho para avanços mais contundentes da produtividade. Em síntese, a forma como as empresas se relacionam e organizam o processo produtivo implica tímidos incentivos para o crescimento sustentável dos indicadores de produtividade.

As construtoras, principalmente às de construção de edifícios, intensificaram as subcontractações de serviços e, ao fazer isso, contribuíram para o deslocamento da mão de obra para as empresas de serviços especializados. Estas, por sua vez, não viabilizaram as condições necessárias para que a expansão econômica se traduzisse também em ganhos de produtividade. Pelo contrário, a produtividade do segmento de serviços especializados caiu muito. Há de se considerar também o fato de parte dessa queda da produtividade estar relacionada a um processo de ajuste que ainda está sendo realizado pelas empresas de serviços especializados. Uma possível linha de ação a ser avaliada pelas entidades representativas da indústria de construção é a criação, em conjunto com universidades ou institutos de pesquisas, de programas de produtividade direcionados especificamente para as pequenas e médias empresas do segmento.

Qualificação da Mão de Obra

A qualificação da mão de obra costuma ser avaliada pelas empresas como o principal fator condicionante dos ganhos de produtividade. Em 2011, pesquisa divulgada pela CBIC⁵ mostrou que 55% das empresas de construção indicaram a necessidade de treinamento de mão de obra como investimento prioritário para se melhorar a produtividade. Pesquisa mais recente realizada pelo IPEA⁶, dessa vez com empresas de diversos setores, apontou a baixa qualificação da mão de obra como o principal fator que prejudicou a produtividade da empresa nos cinco anos anteriores. A avaliação dos empresários coincide com resultados mais gerais descritos na literatura econômica⁷, que mostra o impacto dos investimentos em educação e capital humano na trajetória da produtividade total dos fatores dos países em prazos mais longos.

⁵ *A Produtividade da Construção Civil Brasileira*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2011.

⁶ *O Desafio da Produtividade na Visão das Empresas*. Negri, F. e Oliveira, J.M. Radar n° 31, fevereiro/14. IPEA

⁷ *Produtividade Total dos Fatores no Brasil: impactos da educação e comparações internacionais*. Mation, L. F. Radar n° 28, agosto/13. IPEA.

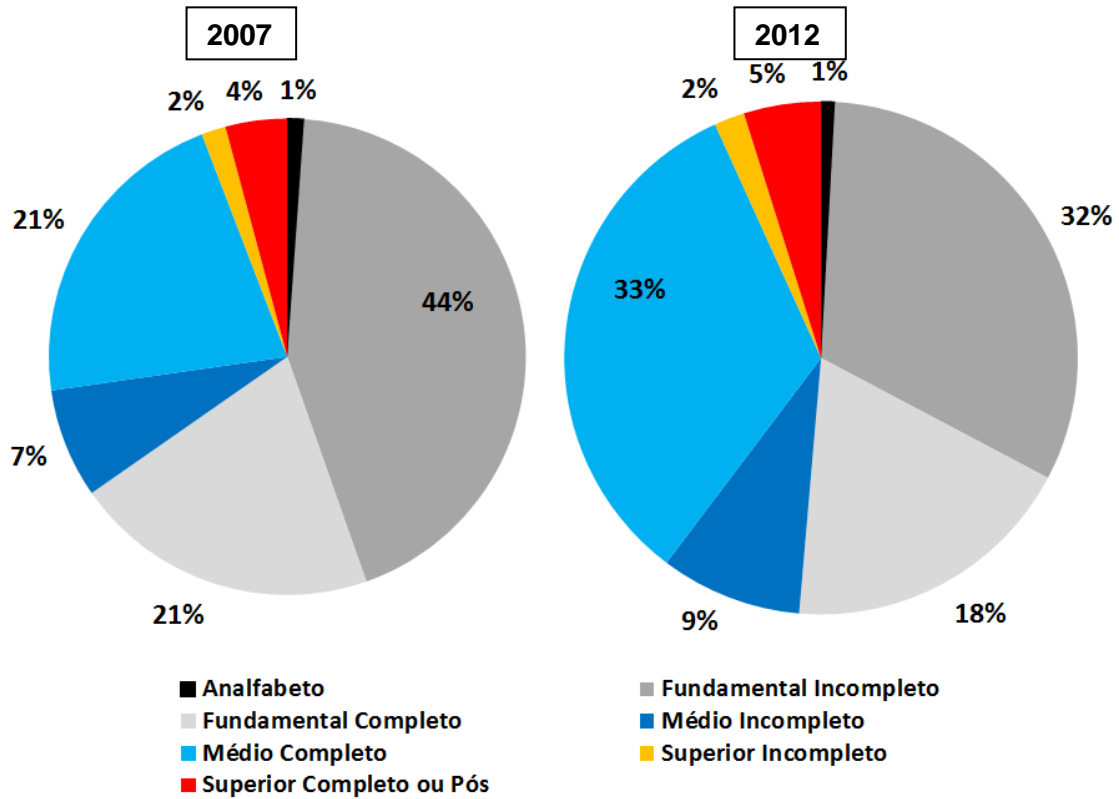
De 2007 a 2012, houve considerável avanço no grau de instrução do trabalhador formal da construção civil brasileira. A partir de informações da RAIS⁸ do Ministério do Trabalho e Emprego, pode-se verificar que, ao final de 2012, metade dos postos de trabalho da construção com registro em carteira era ocupada por profissionais que possuíam ao menos o ensino médio incompleto. Em 2007, a participação desse conjunto de trabalhadores era de apenas 35%, sendo o restante formado por aqueles que possuíam apenas o ensino fundamental (completo ou incompleto) e pelos analfabetos. A categoria de trabalhadores que mais elevou a sua participação no setor da construção foi a dos que contam com ensino médio completo, cujo avanço foi 21% da mão de obra para 33% em apenas cinco anos, conforme pode ser visto no **Gráfico 3.1**.

Em geral, o trabalhador com maior grau de instrução formal está mais bem preparado para desempenhar suas funções no canteiro de obras, observar as normas técnicas do setor, participar de programas de treinamento e se adequar às novas tecnologias e processos produtivos. Portanto, o avanço da educação formal dos profissionais da construção tenderia propiciar elevação da produtividade do trabalho e, mais do que isso, da produtividade total dos fatores. No entanto, não foi isso o que os indicadores de produtividade revelaram. Embora a educação formal seja relevante, há provavelmente outras variáveis interferindo no desempenho da produtividade nos anos recentes.

⁸ A RAIS é um registro administrativo do Ministério do Trabalho e Emprego que deve ser feito por todos os estabelecimentos empresariais; portanto, seus dados cobrem o universo da mão de obra formal no Brasil.

Gráfico 3.1

Grau de Instrução do Trabalhador Formal da Construção Civil

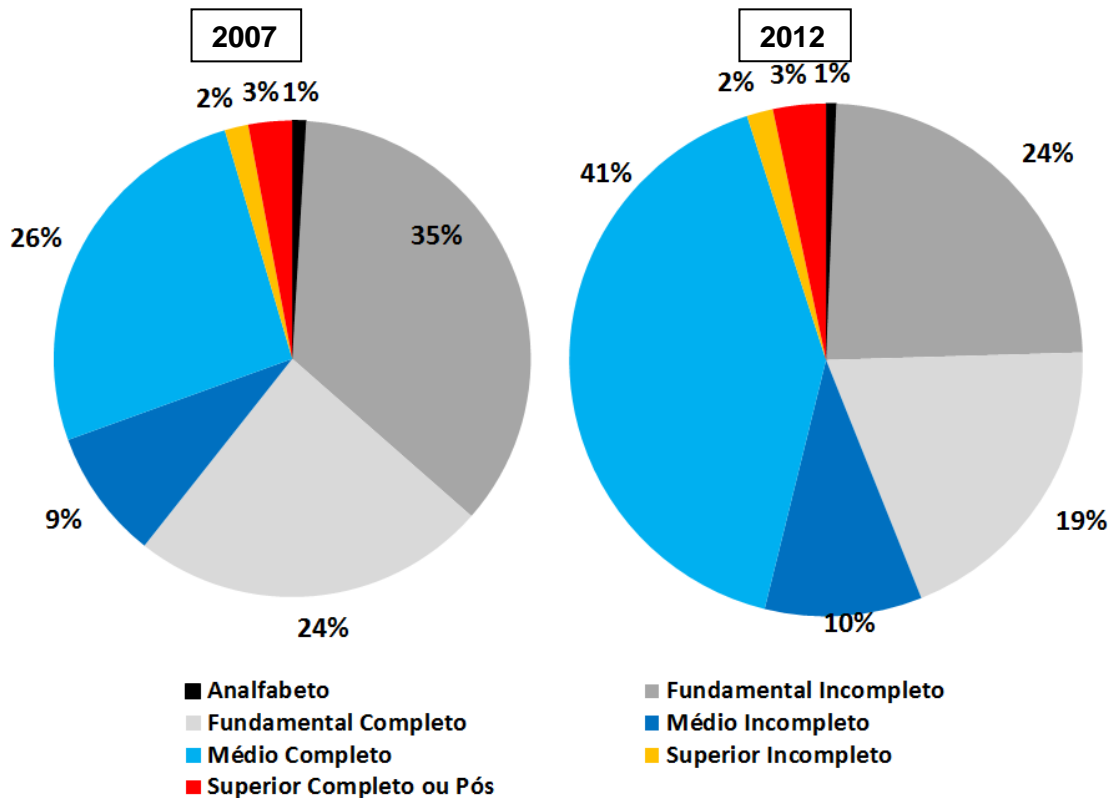


Fonte: RAIS – Ministério do Trabalho e Emprego.

Como já mostrado, os serviços especializados para construção foi o único segmento da indústria que registrou forte queda em todos os indicadores de produtividade durante o período de análise. Para testar a hipótese de uma provável relação entre produtividade e o grau de instrução dos trabalhadores deste segmento, foi elaborado o **Gráfico 3.2**, com resultados surpreendentes. De 2007 para 2012, houve um salto no grau de educação formal do pessoal ocupado nos serviços especializados para construção. A faixa dos que possuem o curso médio completo subiu de 26% para 41%, e nada menos do que 54% dos profissionais contam com pelo menos o curso médio incompleto.

Gráfico 3.2

Grau de Instrução do Trabalhador Formal dos Serviços Especializados para Construção



Fonte: RAIS – Ministério do Trabalho e Emprego.

Por outro lado, a mão de obra dos serviços especializados para a construção foi a que mais elevou o seu grau de instrução de 2007 a 2012, quando comparada com as dos segmentos de construção de edifícios e obras de infraestrutura. Pode-se também constatar que o trabalhador empregado nos serviços especializados se encontrava em 2012 mais bem capacitado, em termos de educação formal, do que os seus colegas dos outros dois segmentos do setor da construção.

Esses resultados reforçam a hipótese de que não se pode mais atribuir apenas à baixa qualificação da mão de obra o fraco desempenho da produtividade da construção civil brasileira. A qualificação do trabalhador parece ser apenas um aspecto de uma questão mais complexa. Por alguma razão, o sistema em que esses novos trabalhadores mais instruídos estão sendo inseridos não vem sendo capaz de transformar um potencial benefício (maior qualificação da mão de obra) em resultados efetivos (maior produtividade). Provavelmente, essa razão pode estar relacionada com o planejamento e gestão dos processos produtivos nos canteiros de obras.

Investimentos em Máquinas e Equipamentos

Os investimentos em capital físico (máquinas, equipamentos, instalações, meios de transporte, entre outros) se constituem em outro possível vetor de expansão da produtividade das empresas. Isso porque, com frequência, o progresso tecnológico incorporado em novas máquinas e equipamentos permite que esses fatores de produção sejam capazes de executar atividades com maior eficiência técnica, o que se traduz em ganhos na produtividade total dos fatores.

Uma tendência que muitas vezes é apontada pelas próprias construtoras como favorável ao crescimento da produtividade é a introdução de sistemas construtivos industrializados. Esses sistemas pressupõem o emprego mais intensivo de máquinas e equipamentos para a produção em série de componentes que, de outra forma, seriam produzidos no canteiro de obras com o uso mais intensivo de mão de obra. Então, parte das potenciais vantagens da “industrialização da construção” para a produtividade estaria no fato desse processo se beneficiar do progresso técnico incorporado em novas máquinas e equipamentos. Mesmo que a empresa que produz os componentes industrializados não seja do setor de construção, este pode se apropriar dos ganhos de produtividade.

Alguns autores⁹ apontam que o emprego de sistemas construtivos industrializados, a despeito das vantagens técnicas e produtivas, é muitas vezes inviabilizado em razão da elevada carga tributária incidente nos produtos industrializados. O resultado é que os potenciais ganhos de produtividade que a indústria de construção poderia obter são limitados por uma distorção tributária. Portanto, a questão dos investimentos em máquinas, equipamentos e sistemas construtivos mecanizados como indutor da produtividade não se restringe ao que ocorre no canteiro de obras (investimentos das construtoras), mas também aos incentivos que são criados para a transferência a terceiros de etapas do processo construtivo.

Os dados de investimentos das construtoras divulgados pela PAIC se referem apenas a uma parcela do universo de empresas ativas¹⁰. Portanto uma estimativa dos investimentos da indústria de construção pode ser obtida com base no investimento médio das empresas informantes. Seguindo esse critério, os investimentos estimados da indústria de construção de 2007 a 2012, cresceram 160% atingindo o patamar de R\$ 84,7 bilhões. Caso sejam considerados apenas os

⁹ Referência: “Desafios para o Aumento de Produtividade na Indústria da Construção Habitacional”, de Mercia Maria S. Bottura de Barros e Luís Otávio Cocito Araújo. Conjuntura da Construção, março/14. SindusCon-SP e FGV/Ibre.

¹⁰ Em 2011, do total de 92.732 empresas ativas de construção civil, 17.776 informaram, na PAIC, os investimentos realizados.

investimentos em máquinas, equipamentos e outros bens de capital, então a taxa de crescimento acumulada no período foi superior, atingindo 167%. Em 2012, as construtoras brasileiras investiram R\$ 66,8 bilhões em máquinas e equipamentos. Apenas como referência, naquele mesmo ano o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desembolsou R\$ 42,4 bilhões para o financiamento de máquinas e equipamentos nacionais para todos os setores de atividade.

A Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Mineração (Sobratema) realiza periodicamente um levantamento sobre as vendas internas de máquinas e equipamentos (inclusive de produtos importados) utilizados pelo setor da construção. De modo geral, pode-se verificar que o número de unidades vendidas da denominada “linha amarela”¹¹ e de outros equipamentos¹² praticamente triplicou de 2007 a 2012, passando de cerca de 16 mil unidades para 43 mil (**Gráfico 3.3**). Em 2007, equipamentos como guas e bombas estacionárias para concreto venderam 95 e 128 unidades, respectivamente e, em 2012, o mercado foi ampliado para 330 e 367 unidades. Por sua vez, as vendas de caminhões rodoviários destinados ao setor da construção, segundo estimativa da Sobratema, oscilaram bastante, conforme ilustrado no **Gráfico 3.4**. Após atingir um pico de 42 mil caminhões em 2011, as vendas caíram abruptamente nos anos seguintes.

Note-se que a expansão das vendas de máquinas e equipamentos para construção se deu de forma muito mais acelerada do que o crescimento do produto da indústria de construção. No período de 2007 a 2011, enquanto a indústria crescia a uma taxa média de 12,6% ao ano, as vendas de capital físico para construção (excluindo os caminhões rodoviários) subiam quase 30,0% ao ano. Diante de um mercado com demanda ascendente, maior escassez de mão de obra e pressão dos custos trabalhistas, a indústria passou a intensificar a “mecanização” de seus processos produtivos.

Mas, mesmo fazendo uso cada vez mais intensivo de máquinas e equipamentos nos canteiros, a produtividade total dos fatores da indústria de construção declinou 0,4% ao ano durante o período analisado. Caso se considere somente o segmento de construção de edifícios, a PTF também teve resultado discreto: aumento médio de 0,6% ao ano, de 2007 a 2011.

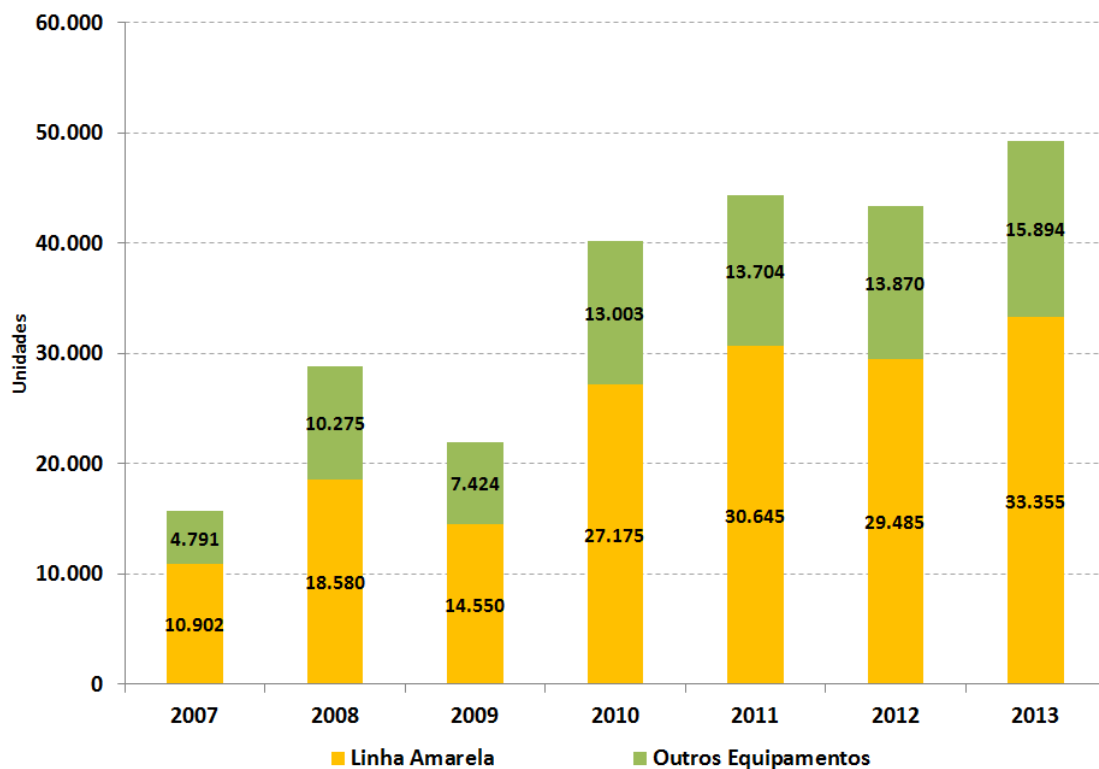
¹¹ A linha amarela é composta por escavadeiras hidráulicas, mini escavadeiras, moto-niveladoras, pás carregadeiras, retroescavadeiras, rolos compactadores e tratores de esteira, entre outros.

¹² Outros equipamentos incluem: compressores portáteis, guas, guindastes, plataformas aéreas, auto bombas lança para concreto, auto betoneiras etc.

Assim como ocorre com a qualificação da mão de obra, o investimento em máquinas e equipamentos também é um fator que se espera que contribua para o crescimento da produtividade, mas, quando se analisam períodos relativamente curtos (cinco anos), é possível que outras variáveis afetem de maneira mais acentuada os indicadores de produtividade. Dessa forma, mudanças estruturais, como o maior crescimento relativo do segmento de serviços especializados, podem ter impacto negativo na produtividade da indústria da construção e acabar dificultando a análise daquelas variáveis que ajudam a elevar a produtividade.

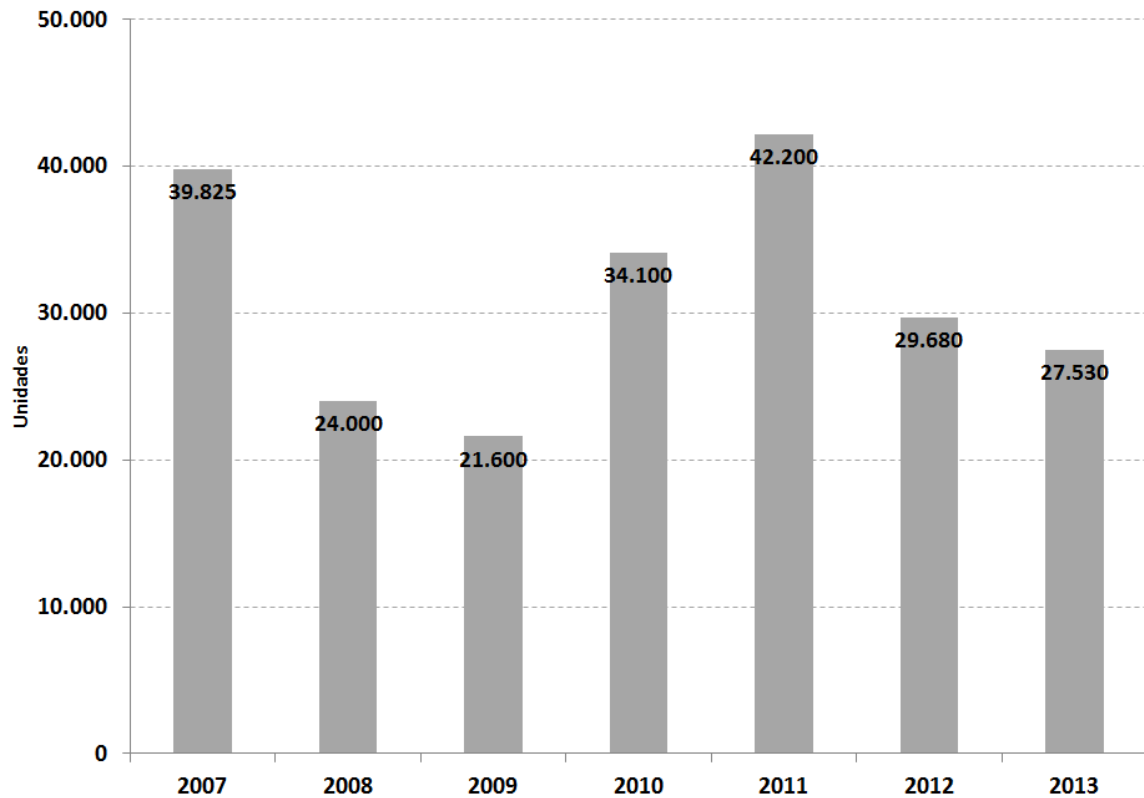
Gráfico 3.3

Vendas Internas de Equipamentos para Construção, em nº de unidades (2007 a 2013)



Fonte: Sobratema.

* Inclui importados

Gráfico 3.4**Vendas Internas de Caminhões Rodoviários para Construção, em nº de unidades (2007 a 2013)**

Fonte: Sobratema.

* Inclui importados

ANEXO METODOLÓGICO

O presente anexo descreve a metodologia empregada para a análise da produtividade da construção civil no período de 2007 a 2012. O primeiro tópico, a seguir, trata do conceito e medidas de produtividade. O segundo apresenta a abordagem teórica que pode ser empregada para a análise da produtividade. Por fim, a base de dados utilizada para o cálculo da produtividade é descrita e algumas hipóteses e ajustes adotados no uso da referida base são esclarecidos.

Conceito e Medidas de Produtividade

A escolha do conceito e medida de produtividade pode variar conforme os objetivos da análise. Como exemplo, considere o caso de uma construtora interessada em medir a produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria de vedação. Nesse contexto específico, uma medida de produtividade possível de ser utilizada é dada pela razão entre a produção (em metros quadrados) e a quantidade de mão de obra empregada no serviço (em homens-hora). A empresa pode usar essa medida para comparar as produtividades de diversas equipes de alvenaria e decidir, por exemplo, pela melhor forma de compor a equipe ou de organizar o trabalho. Nesse caso, a produtividade do trabalho é dada pela relação de medidas físicas (metros quadrados e homens-hora).

Em um contexto mais geral, o interesse poderia recair sobre uma medida de produtividade dos trabalhadores do setor da construção. Para tanto, algumas mudanças necessitam ser feitas de modo a se agregar o “produto” gerado pelos trabalhadores do setor e relacionar com o número de trabalhadores empregados (supondo uma dada jornada de trabalho). Conforme detalhado na próxima seção, um modo de se obter um indicador de produtividade é adotar o conceito de “valor adicionado” pela empresa (ou pelo setor da construção) como medida de produto gerado pelo conjunto dos trabalhadores ou pelo estoque de capital físico do setor. Visto que o valor adicionado é mensurado em moeda corrente (R\$) é possível criar um indicador de produtividade do trabalho (ou do capital) para todo o setor de atividade.

O conceito de produtividade adotado nesse estudo é a relação entre o produto (valor adicionado) gerado pelo setor da construção em dado ano e a quantidade de trabalhadores empregados (ou estoque de capital). Deve-se notar que o produto da construção é expresso em moeda corrente (R\$) e, portanto, antes de se comparar valores de diversos anos é necessária a conversão da série para moeda constante (livre de efeitos inflacionários), conforme explicado na **Seção 3**.

Um aspecto a ser destacado é que a simples mensuração de medidas de produtividade não permite se concluir sobre as causas das variações desse indicador. Se a produtividade do trabalho na construção aumentou em um dado período, este aumento poderia estar relacionado a um amplo conjunto de fatores, por exemplo: melhor qualificação dos trabalhadores, maior especialização da mão de obra, introdução de equipamentos que poupam mão de obra, avanços tecnológicos de máquinas e equipamentos, novos processos construtivos, elevação do valor agregado dos insumos de modo a se poupar mão de obra nos canteiros, maior concentração do setor (com eventuais economias de escala), mudanças institucionais (legislação trabalhista, tributária etc), entre outros fatores.

O principal objetivo do presente trabalho é mensurar a produtividade dos fatores de produção (trabalho e capital físico) do setor da construção civil, além da produtividade total dos fatores. Embora o propósito aqui não seja o de avaliar a produtividade de determinadas etapas de trabalho realizadas nas obras, deve-se notar que eventuais ganhos ou perdas de produtividade relacionadas a essas etapas podem impactar nos indicadores de produtividade do setor como um todo, sobretudo quando se analisa os indicadores em prazos mais longos. Portanto, a distinção entre as diversas medidas de produtividade comentadas acima é apenas para fins de análise.

Economia da Produção

A mensuração da produtividade da construção civil brasileira pode ser feita a partir de um modelo econômico que relaciona os recursos empregados no processo produtivo e o produto obtido ao final. Cabe a distinção entre dois tipos de recursos: os fatores de produção (mão de obra e capital) e os insumos.

Os fatores de produção são os recursos contratados e empregados na obra, podendo ser desmobilizados ao final do processo. Portanto, para a mensuração da produtividade de cada fator de produção o tempo é uma variável fundamental¹³. Por sua vez, os insumos são recursos consumidos no processo produtivo, daí a denominação “consumo intermediário”. Notar que o consumo intermediário remete não apenas aos materiais de construção destinados à obra, mas

¹³ Visto que a base de dados adotada tem periodicidade anual, as medidas de produtividade também são expressas com base no ano de referência.

também aos serviços prestados por terceiros (transporte, seguros, comissões, locação, entre outros).

O presente tópico se concentra apenas na relação entre os fatores de produção e o produto. De início, há de se diferenciar produto e produção. Uma construtora compra insumos, adiciona valor aos insumos com o emprego de capital e trabalho e, no final, vende a produção. O produto da construtora corresponde apenas ao valor adicionado pela construtora no processo produtivo, enquanto o valor da produção considera também os insumos que compuseram o valor final da obra. A soma dos valores adicionados por todas as construtoras resulta no produto do setor da construção. Portanto, o indicador relevante para a análise do nível de atividade econômica de um dado setor é o valor adicionado e pode ser obtido pela expressão abaixo.

$$\text{Valor Adicionado} = \text{Valor Bruto da Produção} - \text{Consumo Intermediário}$$

O conceito de produto ou valor adicionado também pode ser analisado sob a ótica da renda. O produto do setor da construção proporciona renda para os agentes que participaram do processo produtivo: salários, para os trabalhadores; e lucro, dividendos, juros, aluguel, a título de remuneração do capital próprio da empresa ou capital de terceiros usado pela empresa. Além disso, parcela do produto é tributada, convertendo-se, assim, em remuneração do governo. Por isso, muitas vezes os termos produto, valor adicionado e renda agregada são usados como sinônimos.

As próximas seções pretendem formalizar alguns conceitos já comentados de modo a se obter o instrumental necessário ao cálculo da produtividade. Na sequência, abordaremos três questões:

- i. Especificação da função de produção;
- ii. Derivação do método de cálculo da produtividade dos fatores a partir da função de produção; e
- iii. Derivação de um método para cálculo do estoque de capital físico.

Função de Produção

A relação entre o produto e os fatores de produção empregados pode ser especificada por meio da função de produção abaixo:

$$Y = f(A, K, L) = A \cdot K^\alpha \cdot L^{(1-\alpha)}$$

Onde Y é o produto do setor da construção, K é o estoque de capital físico, L é o número de trabalhadores, A é uma medida do progresso tecnológico (ou grau de conhecimento técnico) e o parâmetro α é, por hipótese, algum valor entre 0 (zero) e 1 (um). Deve-se esclarecer que a função de produção delimita a fronteira de produção, no sentido de que a quantidade de produto é sempre máxima para uma dada alocação de capital e trabalho. Além disso, por hipótese, desconsideramos a possibilidade do setor da construção operar com capacidade ociosa, ou seja, com mais estoque de capital e trabalhadores do que o necessário para se alcançar o produto pretendido; em síntese: nesse modelo simplificado não se admite ineficiências técnicas.

Na referida função de produção, conhecida como Cobb-Douglas, o parâmetro α (expoente da variável K) é a participação da remuneração do capital no produto e, de forma análoga, o expoente $(1-\alpha)$ é a participação da renda dos trabalhadores no produto. Portanto, a soma dos dois expoentes é igual a 1 ou 100%, o que implica que a renda agregada é dividida entre trabalhadores e empresários.

O uso da função Cobb-Douglas tal como especificada acima se justifica pelo fato da mesma possuir certas propriedades bastante apropriadas para o presente estudo empírico, entre as quais:

- Os retornos de escala são constantes. Isso significa que se o capital e o trabalho aumentarem em determinada proporção (mantendo-se constante a variável A), então o produto crescerá exatamente na mesma proporção. Alguns podem avaliar que determinadas obras, sobretudo às de grande porte, estão sujeitas a retornos crescentes de escala; no entanto, ao se observar a escala na qual a maior parte das construtoras operam parece admissível supor retornos constantes de escala;
- Os fatores de produção possuem rendimentos marginais decrescentes. Isto é, se um dos fatores de produção for mantido constante (juntamente com a variável A), então o crescimento do outro fator de produção aumentará o produto, mas esses aumentos ocorrerão a taxas decrescentes. Para ilustrar esse conceito basta imaginar um canteiro de obras com dado estoque de capital físico e com uma quantidade de trabalhadores cada vez maior. É razoável supor que cada trabalhador adicional contribuirá menos para a evolução das obras do que o trabalhador precedente;

- Não existe produção livre, ou seja, se não há emprego de capital e de trabalho, então a produção é zero. De fato, essa parece ser uma propriedade inquestionável; e

- A elasticidade de substituição entre capital e trabalho é unitária. Significa dizer que os dois fatores de substituição são substitutos perfeitos: uma redução relativa do estoque de capital na obra pode ser compensada por um aumento proporcional de igual valor (mas com sinal trocado) no número de trabalhadores de modo a se manter o nível de produto constante. Essa é uma propriedade que pode ser considerada bastante restritiva por muitos, mas está vinculada à função de produção proposta.

Feita a caracterização da forma funcional proposta, cabe analisar com mais detalhes o significado e as implicações do progresso tecnológico (variável A) no modelo adotado.

Produtividade Total dos Fatores

Na função de produção apresentada, a variável A é uma medida do progresso tecnológico em sentido abrangente, ou seja, captura não apenas os avanços técnicos de máquinas e equipamentos, como também a introdução de novos processos produtivos e maior qualificação ou especialização da mão de obra. Isso significa que uma parcela do produto é explicada pelo grau de desenvolvimento tecnológico do setor da construção.

O progresso tecnológico tem papel fundamental no crescimento econômico de longo prazo de qualquer setor de atividade, região ou país. Basta notar que, para uma dada quantidade de trabalhadores e estoque de capital, a elevação do produto só se torna possível com o avanço tecnológico, supondo a função de produção especificada. Quando se constata, por exemplo, que atualmente o trabalhador da construção civil é muito mais produtivo que o trabalhador da década de setenta, os condicionantes dessa maior produtividade estão relacionados não apenas ao fato do trabalhador atual ser mais qualificado ou especializado, mas também ao fato do trabalhador atual estar inserido em um canteiro com instrumentos, equipamentos e processos produtivos cujas tecnologias são significativamente superiores às de quarenta anos atrás. Ao se analisar a função de produção, o resultado final – em termos de elevação do produto – de todos esses condicionantes da produtividade é sintetizado pela variável A . É importante observar que o progresso tecnológico, na especificação adotada, não está associado apenas à produtividade do

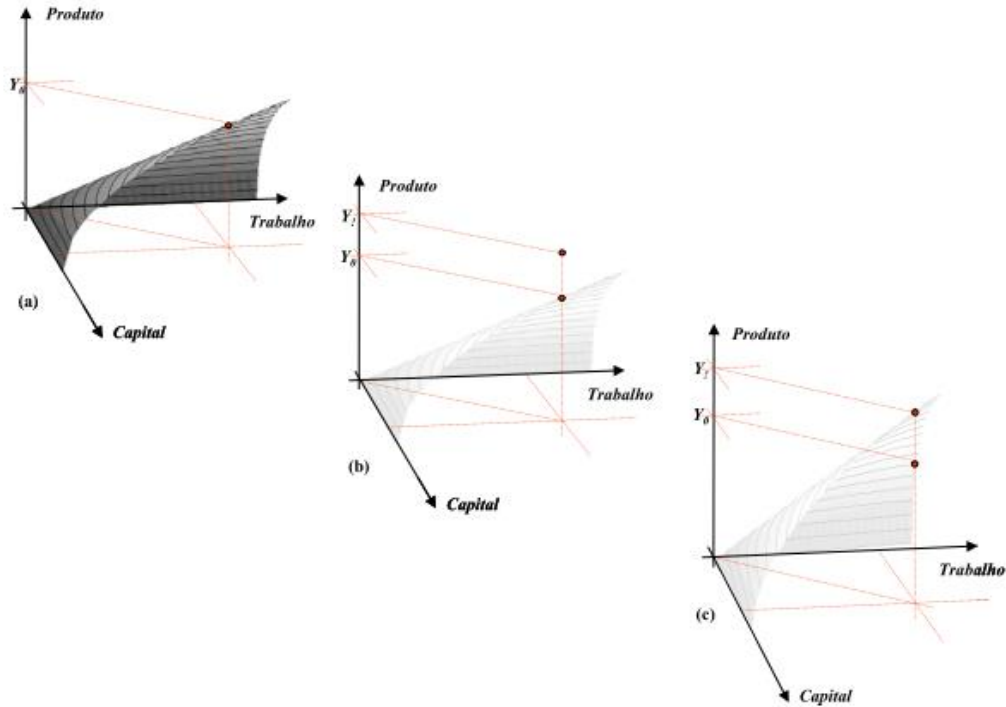
trabalho ou à do estoque de capital, mas sim ao conjunto dos fatores de produção. Isto é, o progresso tecnológico torna todos os fatores de produção mais produtivos e, por consequência, contribui para elevar o produto.

O progresso tecnológico não é algo que pode ser facilmente observado, medido e agregado, da forma com se faz com o número de trabalhadores (L) ou com o estoque de capital físico (K). Por outro lado, o produto (valor adicionado) pode ser medido e agregado. Então, na função de produção adotada, pressupõe-se que os aumentos de produto não acompanhados de aumento do número de trabalhadores e/ou do estoque de capital sejam decorrentes do progresso tecnológico. Essa suposição pode se revelar inapropriada em análises de curto prazo, pois eventuais oscilações do produto (não acompanhadas de variações no trabalho e capital) podem ser resultado de outros fatores que não o progresso tecnológico. Contudo, ao se considerar prazos maiores (cinco anos, no presente trabalho) é razoável supor que o progresso tecnológico, em sentido amplo, explica parcela significativa da diferença entre o crescimento do produto e o crescimento dos fatores de produção.

Pelas razões expostas, o progresso tecnológico pode ser interpretado como uma medida de produtividade total dos fatores (PTF). O primeiro gráfico da **Figura 1** ilustra uma função de produção na qual o emprego de determinado montante de capital e trabalho resulta em um dado produto. O segundo e terceiro gráficos, na mesma figura, mostram o efeito no produto (Y) causado por uma elevação da produtividade total dos fatores (variável A). É possível verificar que o crescimento da produtividade total dos fatores ampliou a fronteira de produção, tornando viável a obtenção de maior quantidade de produto sem a necessidade de se elevar o emprego de capital e trabalho. É exatamente esse fenômeno, ilustrado abaixo, que se constitui o foco do presente estudo, qual seja: medir as variações observadas na produtividade total dos fatores (PTF) da construção civil brasileira no período de 2007 a 2012. Para isso, há de se derivar uma expressão que possibilite o cálculo da PTF a partir da função de produção já especificada.

Figura 1

Efeito do Aumento da Produtividade Total dos Fatores no Produto



Fonte: FGV (2003)

Retomando a função de produção, pode-se aplicar o logaritmo natural (*ln*) sem alterar a igualdade dos termos, ou seja:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \cdot \ln K + (1 - \alpha) \cdot \ln L$$

As quatro variáveis do modelo (*Y*, *A*, *K* e *L*) variam ao longo do tempo. Então, calculando a derivada do logaritmo natural de cada variável em relação ao tempo (e usando a notação: $\dot{X} = dX/dt$), temos que:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \cdot \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \cdot \frac{\dot{L}}{L}$$

Basta reordenar os termos para se chegar na expressão a ser usada no cálculo da produtividade total dos fatores:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \alpha \cdot \frac{\dot{K}}{K} - (1 - \alpha) \cdot \frac{\dot{L}}{L}$$

A taxa de variação da produtividade total dos fatores é dada pela diferença entre a variação do produto e as variações dos fatores de produção ponderadas por suas respectivas participações no produto. Todos os termos do lado direito da expressão são observados ou possíveis de serem calculados com base na PAIC (base de dados a ser apresentada na próxima seção), conforme segue:

- O produto (valor adicionado, em R\$ correntes) da construção (Y) em cada ano é obtido diretamente da PAIC, e a taxa de variação pode ser calculada após a conversão dos valores para moeda constante;
- O emprego (L) ao final de cada ano também é obtido na PAIC e sua taxa de variação calculada;
- A participação do trabalho no produto ($1-\alpha$) é obtida a partir dos dados de remuneração dos trabalhadores (pessoal ocupado) e de valor adicionado e, por sua vez, a participação do capital no produto (α) é calculada pela simples diferença entre a unidade e a participação dos trabalhadores no produto; e
- Os dados de estoque de capital físico não são apresentados pela PAIC, no entanto as informações de investimentos em ativos imobilizados são e, a partir delas, é possível se estimar o estoque de capital do setor da construção, a ser feito na próxima seção.

A equação de crescimento da produtividade total dos fatores, citada acima, necessita de uma pequena adaptação de modo a se adequar a uma característica da base de dados adotada (PAIC). Na descrição da PAIC, no próximo tópico, será visto que o número de empresas do setor formal da construção (informantes da pesquisa) varia a cada ano pelo fato de novas empresas ingressarem (ou deixarem) o universo do setor formal. Isso gera o seguinte inconveniente: o produto (Y) e o estoque de capital (K) podem variar em função da entrada e saída de empresas do setor formal e não necessariamente pelo fato das empresas estarem, de fato, elevando o nível do produto ou o capital empregado. Para reduzir esse problema, uma alternativa é considerar essas variáveis em termos relativos à quantidade de trabalhadores.

Na função de produção, ao dividir os termos pela quantidade de trabalhadores temos que:

$$\frac{Y}{L} = \frac{1}{L} \cdot A \cdot K^\alpha \cdot \frac{L}{L^\alpha} = A \cdot \frac{K^\alpha}{L^\alpha}$$

Assim, a função de produção pode ser reescrita em uma forma reduzida, onde letras minúsculas indicam variáveis “por trabalhador”:

$$\frac{Y}{L} = A \cdot \frac{K^\alpha}{L^\alpha} \Rightarrow y = A \cdot k^\alpha$$

A partir dessa função de produção em formato reduzido, pode-se aplicar o logaritmo e derivar de modo a se chegar a uma expressão para a taxa de variação da produtividade total dos fatores de maneira análoga à já apresentada.

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{A}}{A} + \alpha \cdot \frac{\dot{k}}{k} \Rightarrow \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - \alpha \cdot \frac{\dot{k}}{k}$$

Estoque de Capital

Uma estimativa do estoque de capital físico da construção civil pode ser obtida com base no método conhecido como inventário perpétuo, proposto por Nehru e Dhareshwar (1993). Segundo esse método, a taxa de crescimento do estoque de capital (g_K) é resultado da taxa de investimento observada em um período de referência (t) descontada da taxa de depreciação do capital físico. Em termos algébricos, pode ser expresso da seguinte forma:

$$g_K = \frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} = \frac{I_t}{K_{t-1}} - \delta$$

Onde o estoque de capital (K) e os investimentos (I) estão indexados ao tempo e a taxa de depreciação é dada por δ . Os dados de investimento são disponibilizados pela PAIC em moeda corrente. Conforme mencionado, todas as variáveis monetárias (R\$) foram convertidas para moeda constante de modo a considerar apenas variações reais – procedimento a ser esclarecido no próximo tópico. Com isso, o estoque de capital a ser estimado também será denominado em moeda constante.

Dado que a taxa de crescimento do estoque de capital (g_k) não pode ser obtida na PAIC, então é necessário definir uma hipótese antes de prosseguir. O estado estacionário de uma economia (ou setor de atividade) é caracterizado por uma situação em que o crescimento do estoque de capital (g_k) é igual à taxa de crescimento do produto (g_Y). Supõe-se aqui que o crescimento da construção civil seja de estado estacionário no ano de 2009, com isso é possível obter o estoque de capital com base apenas em variáveis observadas na PAIC. Ou seja, se $g_k = g_Y$, então:

$$K_{t-1} = \frac{I_t}{g_Y + \delta}$$

Como já justificado na seção anterior, optou-se por considerar as variáveis em relação à quantidade de trabalhadores. Dividindo-se ambos os lados da equação pelo número de trabalhadores em $t-1$ (L_{t-1}) e, em seguida, multiplicando o termo à direita da equação por (L_t/L_t) , o que não altera a igualdade, obtém-se o seguinte resultado:

$$\frac{K_{t-1}}{L_{t-1}} = \frac{I_t}{L_{t-1}} \cdot \frac{1}{(g_Y + \delta)} \cdot \frac{L_t}{L_t}$$

Remanejando os termos do lado direito, a equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$\frac{K_{t-1}}{L_{t-1}} = \frac{I_t}{L_t} \cdot \frac{(1 + g_L)}{(g_Y + \delta)}$$

Onde g_L é a taxa de crescimento do número de trabalhadores. Com base nessa expressão é possível obter o estoque de capital por trabalhador em função apenas dos dados de investimento por trabalhador e das taxas de crescimento do produto, da força de trabalho, além da taxa de depreciação, essa última de 5% ao ano, por hipótese.

Como o período de análise se estende de 2007 a 2012, optou-se por calcular o investimento médio por trabalhador e as taxas médias de crescimento do produto e da força de trabalho e, então, considerar que essas médias se referem ao estoque de capital por trabalhador no ano central do período (2009). Ou seja:

$$\frac{K_{2009}}{L_{2009}} = \left(\overline{I/L}\right) \cdot \frac{(1 + \overline{g_L})}{(\overline{g_Y} + \delta)}$$

Onde a barra acima da variável (\overline{X}) indica se tratar da média¹⁴ da variável entre 2007 e 2012. Essa é a expressão usada no cálculo do estoque de capital por trabalhador da construção em 2009. Para o cálculo do estoque de capital em cada ano anterior à 2009, utiliza-se a expressão abaixo:

$$\frac{K_{t-1}}{L_{t-1}} = \frac{(1 + g_L)}{(1 - \delta)} \cdot \left(\frac{K_t}{L_t} - \frac{I_t}{L_t}\right)$$

E para o cálculo do estoque de capital por trabalhador em cada ano posterior a 2009, usa-se a expressão:

$$\frac{K_t}{L_t} = \frac{(1 - \delta)}{(1 + g_L)} \cdot \left(\frac{K_{t-1}}{L_{t-1}}\right) + \left(\frac{I_t}{L_t}\right)$$

Após o cálculo da série de capital por trabalhador para todo o período de análise, então há todos os elementos necessários para o cálculo da produtividade total dos fatores, conforme a expressão deduzida na seção anterior:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - \alpha \cdot \frac{\dot{k}}{k}$$

A Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) é o mais amplo levantamento das características estruturais da indústria da construção civil brasileira. Essa caracterização é feita através de uma série de informações econômico e financeiras coletadas junto às empresas de construção civil em todo o território nacional.

Para a definição da amostra de empresas informantes e posterior coleta de dados, o IBGE considera apenas as empresas formais do setor de construção e com situação “ativa” no Cadastro Central de Empresas do IBGE. Empresa formal é aquela com personalidade jurídica própria (razão social e registro no CNPJ) que desenvolve uma ou mais atividades econômicas. Por sua

¹⁴ Média aritmética para os dados de investimento por trabalhador e média geométrica para as taxas de crescimento do produto e do número de trabalhadores.

vez, empresa “ativa” é aquela com registro (na RAIS, no CAGED ou nas pesquisas econômicas do IBGE) de cinco ou mais pessoas ocupadas assalariadas, além daquelas com menos de cinco pessoas ocupadas e que se declararam como “em atividade” (na RAIS e no CAGED, ou que participaram das pesquisas econômicas anuais do IBGE)¹⁵.

Para a definição da amostra de informantes da PAIC, o IBGE inclui todas as empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas e/ou que auferiram receita bruta anual superior a R\$ 8,8 milhões (denominado estrato certo da pesquisa). Portanto, para esse conjunto de empresas, as informações coletadas são censitárias, ou seja, abrangem toda a população. Por outro lado, para o caso das menores empresas (menos de 30 pessoas ocupadas) é feita uma amostragem aleatória simples sem reposição e, a partir das estatísticas amostrais, o IBGE infere acerca dos parâmetros do universo das construtoras. Assim, os resultados da PAIC englobam toda a indústria de construção.

A PAIC tem periodicidade anual e teve início em 1990. Para a elaboração desse estudo que trata da produtividade do setor, o ideal seria utilizar os dados de toda a série histórica (1990 a 2012), no entanto isso não é possível em virtude das várias mudanças metodológicas pela qual a pesquisa passou. As mudanças tiveram por objetivo aprimorar e modernizar a PAIC e, nesse processo, algumas séries de dados deixaram de ser comparáveis com as séries de anos anteriores.

Nos anos recentes, uma das principais mudanças observadas na PAIC foi a alteração da classificação das atividades das empresas de construção de CNAE 1.0 (em vigor de 2002 a 2007) para CNAE 2.0 (a partir de 2007)¹⁶. Essa mudança exigiu alguns ajustes na base de dados que serão detalhados na próxima seção.

Classificação Nacional de Atividades Econômicas

A indústria de construção abrange empresas que atuam em diversos segmentos de serviços e tipos de obras com características distintas (edificação, infraestrutura, montagem, entre outras). A classificação das empresas de construção passou por três mudanças desde o início da PAIC,

¹⁵ Esses critérios de empresa ativa se referem ao que passou a vigorar a partir de 2007, ano em que foram realizadas mudanças que tornaram os critérios de “atividade” mais restritivos. Para mais detalhes, ver referência IBGE (2007).

¹⁶ CNAE é a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, adotada pelo IBGE em todas as suas pesquisas econômicas. Em 2007, o IBGE publicou a PAIC nas duas classificações (1.0 e 2.0).

sendo que a última ocorreu em 2007, quando o IBGE passou a adotar a CNAE 2.0, em substituição à CNAE 1.0.

A CNAE 2.0 incorporou mudanças consideráveis. A indústria da construção (seção F da CNAE) passou a ser desagregada em três divisões, nove grupos e 21 classes de atividade. Na classificação anterior (1.0) havia apenas uma divisão, seis grupos e 16 classes; portanto, a classificação recente possui maior grau de desagregação. Nessas mudanças, o IBGE procurou preservar a estrutura geral das principais categorias do setor; a alteração mais significativa foi o ingresso do segmento de incorporação de empreendimentos imobiliários no setor da construção (na classificação anterior o mesmo se encontrava no setor de serviços).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bottura, M. M. S & Araújo, L. O. C. (2014). Desafios para o Aumento de Produtividade na Indústria da Construção Habitacional. *Conjuntura da Construção*, março/14. SindusCon-SP e FGV/Ibre. São Paulo, 2014.

Carraro, F. & Souza, U. E. L. Monitoramento da Produtividade da Mão de Obra na Execução da Alvenaria: um caminho para a otimização dos recursos. *Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios (3 a 6 de novembro, 1998)*. PCC-USP, São Paulo, 1998.

CBIC. *A Produtividade da Construção Civil Brasileira*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2011.

Feijó, M. C. et al (2007). *Contabilidade Social: a nova referência das contas nacionais do Brasil*. Editora Campus, Rio de Janeiro.

FGV (2003). *Relatório de Pesquisa nº 13/2003*. EAESP/FGV – Núcleo de Pesquisas e Publicações, São Paulo, 2003.

IBGE (2007). *Estatísticas do Cadastro Central*. IBGE, Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. *Pesquisa Anual da Indústria da Construção*. IBGE, Rio de Janeiro, 2007 a 2012.

Jones, C. I (2000). *Introdução à Teoria do Crescimento Econômico*. Editora Campus, Rio de Janeiro.

Mation, L. F. *Produtividade Total dos Fatores no Brasil: impactos da educação e comparações internacionais*. Radar nº 28, agosto/13. IPEA.

Negri, F. & Oliveira, J.M. *O Desafio da Produtividade na Visão das Empresas*. Radar nº 31, fevereiro/14. IPEA.

Nehru, V. & Dhareshwar, A. (1993). A new database on physical capital stock: sources, methodology and results. *Revista de Análisis Económico*, Vo. 8, n° 1 (Junio), p. 37-59.

Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quartely Journal of Economics*, 70 (Feb), 65-94.