

Hermelino Nepomuceno de Souza

**Estimação Não-Paramétrica da Taxa de
Utilização da Capacidade Instalada nos Setores
da Indústria de Transformação no Brasil.**

Fortaleza-CE

2016

Hermelino Nepomuceno de Souza

**Estimação Não-Paramétrica da Taxa de Utilização da
Capacidade Instalada nos Setores da Indústria de
Transformação no Brasil.**

Universidade Federal do Ceará - UFC
Programa de Pós-Graduação em Economia - CAEN

Orientador: Dr. Maurício Benegas

Fortaleza-CE

2016

Hermelino Nepomuceno de Souza

Estimação Não-Paramétrica da Taxa de Utilização da Capacidade Instalada nos Setores da Indústria de Transformação no Brasil. / Hermelino Nepomuceno de Souza. – Fortaleza-CE, 2016-

34 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Dr. Maurício Benegas

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará - UFC
Programa de Pós-Graduação em Economia - CAEN, 2016.

1. Capacidade Instalada. 2. DEA Direcional. 2. Indústria de Transformação. I. Dr. Maurício Benegas. II. Universidade Federal do Ceará. III. Centro de Aperfeiçoamento dos Economistas do Nordeste. IV. Estimação Não-Paramétrica da Taxa de Utilização da Capacidade Instalada nos Setores da Indústria de Transformação no Brasil.

Hermelino Nepomuceno de Souza

**Estimação Não-Paramétrica da Taxa de Utilização da
Capacidade Instalada nos Setores da Indústria de
Transformação no Brasil.**

Trabalho aprovado. Fortaleza-CE, 29 de julho de 2016.

Dr. Maurício Benegas

Universidade Federal do Ceará - UFC
Orientador

Dr. Luiz Ivan de Melo Castelar

Universidade Federal do Ceará - UFC
Banca Examinadora

**Dr. Francisco Gildemir Ferreira da
Silva**

Universidade Federal do Ceará - UFC
Banca Examinadora

Fortaleza-CE

2016

Resumo

As estatísticas existentes no Brasil sobre Taxa de Utilização da Capacidade Instalada (TUCI) são obtidas através de pesquisa direta às empresas. Uma delas é a série de utilização da capacidade aferida pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). O problema dessa abordagem é que fica a cargo do responsável indicado pela empresa escolher a metodologia a ser utilizada e declarar o seu valor, sendo que a principal dificuldade para o emprego de métodos alternativos é a inexistência de estatísticas de estoque de capital para a indústria brasileira que possibilitem estimar o produto potencial da economia. Não obstante, este trabalho utiliza informações de produção e da estrutura de custos das indústrias do país, fornecidas pela Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE), para estimar o estoque de capital dos setores da indústria de transformação e obter a TUCI através da metodologia não-paramétrica DEA Direcional. Outro aspecto que distingue este trabalho na literatura padrão é o fato que a taxa de depreciação é estimada para cada setor, não utilizando valores *ad hoc* como normalmente se faz. Os resultados indicam alta variabilidade nas taxas setoriais de depreciação e forte correlação da medida TUCI estimada com a intensidade do capital no setor, em contraponto à medida TUCI levantado pela CNI.

Palavras-chave: Capacidade Instalada; DEA Direcional; Indústria de Transformação.

Abstract

The statistics available in Brazil on the Installed Capacity Utilization Rate (TUCI) are obtained through direct research to companies. One of them is the series of utilization of the capacity verified by the National Confederation of the Industry (CNI). The problem with this approach is that it is up to the responsible person appointed by the company to choose the methodology to be used and to declare its value, and the main difficulty for the use of alternative methods is the lack of capital stock statistics for the Brazilian industry which make it possible to estimate the potential output of the economy. Nevertheless, this work uses production information and the cost structure of the country's industries, provided by the Annual Industrial Survey (PIA/IBGE), to estimate the capital stock of the manufacturing industry sectors and to obtain the TUCI through the non-parametric DEA Directional. Another aspect that distinguishes this work in the standard literature is the fact that the depreciation rate is estimated for each sector, not using ad hoc values as is usually done. The results indicate a high variability in the sectoral depreciation rates and a strong correlation of the estimated TUCI with the intensity of the capital in the sector, in counterpoint to the TUCI measure raised by the CNI.

Keywords: Capacity utilization; Directional DEA; Manufacturing industry.

Lista de ilustrações

Figura 1 – TUCI da Indústria de Transformação no Brasil	26
Figura 2 – TUCI Média por Setor Industrial	27
Figura 3 – TUCI-DIR e a participação do capital no produto	28
Figura 4 – TUCI-CNI e a participação do capital no produto	28

Lista de tabelas

Tabela 1 – Taxa de depreciação do estoque de capital da indústria.	16
Tabela 2 – Produto - 1996-2012 (Mil R\$ por trabalhador).	23
Tabela 3 – Insumos - 1996-2012 (Mil R\$ por trabalhador/ano).	24
Tabela 4 – Taxa de depreciação.	25
Tabela 5 – TUCI-DIR x TUCI-CNI - Estatísticas descritivas - 2003-2012. ($\times 100$) .	29
Tabela 6 – Setores da indústria de transformação.	34

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
2	ASPECTOS TEÓRICOS	12
3	METODOLOGIA	18
4	BASES DE DADOS	22
5	RESULTADOS	25
6	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31
	APÊNDICE A – TABELAS	34

1 Introdução

Economistas e formuladores de política econômica sempre devotaram especial atenção ao setor industrial em planos de crescimento e desenvolvimento com perspectivas de curto, médio e longo prazos. Naturalmente isso decorre da importância que o setor industrial possui na economia de qualquer país. No Brasil em especial, considerando-se o estágio de desenvolvimento em que se encontra a economia brasileira, a indústria permanece como setor de destaque seja na geração de riqueza, na participação no emprego, na renda do trabalho ou na arrecadação tributária. Acima de tudo, a indústria é a principal promotora de inovações tecnológicas em qualquer país.

Algumas estatísticas simples podem ajudar a compreender a relevância do setor industrial na economia brasileira. Em 2014, por exemplo, o PIB da indústria representou aproximadamente 26% do PIB no Brasil segundo o IBGE, ou seja, de toda riqueza gerada no país aproximadamente 1/4 desta foi diretamente obtida pelas atividades industriais. Naturalmente, não está sendo levado em conta o impacto indireto das atividades industriais nos setores a montante e à jusante em cada um dos segmentos da indústria. Em geral, independente do segmento, o setor industrial possui por sua natureza uma cadeia produtiva extensa, cujos efeitos sobre a geração de riqueza podem ser mais significativos do que o efeito direto.

Ainda em 2014 a indústria foi responsável por 24,3% da alocação do estoque de empregos formais na economia brasileira. Por outro lado, em 2013 o setor industrial foi responsável por 23% na composição da massa salarial no Brasil, segundo o IBGE. Esses dados revelam que, muito embora o setor industrial (sobretudo a indústria de transformação) seja intensivo em capital, e portanto, relativamente mais sensível às inovações tecnológicas poupadoras de mão-de-obra, sua importância na geração de empregos formais e renda do trabalho permanece relevante. Novamente, em se considerando a dinâmica do setor, os efeitos indiretos potencializam essa importância.

Por fim, é interessante apresentar alguns números que podem ajudar a entender a importância da indústria na arrecadação tributária e no processo de inovação tecnológica. Com respeito a arrecadação total no Brasil, a indústria respondeu por 21,5% do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e 19% do IRPJ (Imposto Sobre a Renda das Pessoas Jurídicas) em 2014. Em adição, a indústria é responsável por toda a arrecadação do IPI não vinculado, além de expressiva participação nas contribuições. Dados objetivos sobre inovações tecnológicas são difíceis de serem obtidos, mas pode-se obter alguma ideia da importância da indústria no processo inovativo utilizando-se o gasto com inovação como *proxy* razoável. Segundo dados da PINTEC-IBGE (Pesquisa

de Inovação) em 2011, dentre os setores pesquisados (Indústria Extrativa, Indústria de Transformação, Eletricidade e Gás e Serviços) os gastos com atividades inovativas na Indústria de Transformação representaram mais de 77% do total.

Em linhas gerais, o êxito ou fracasso de um plano estratégico, seja em nível macro ou microeconômico, depende essencialmente de dois componentes: uma sólida análise custo-benefício e informações. De fato, informação é condição necessária para uma competente análise custo-benefício, de modo que pode-se dizer que a quantidade e a qualidade das informações disponíveis na elaboração de um plano estratégico, são fundamentais para o sucesso do mesmo.

Além da indiscutível importância do conhecimento do setor industrial para fins de planejamento econômico, deve-se destacar a relevância que as informações sobre a indústria possuem para a realização de diagnósticos e prognósticos sobre a situação econômica do país. Nos últimos quinze anos, por exemplo, houve uma profusão de trabalhos acadêmicos com vistas ao desenvolvimento e aplicação de indicadores sobre ciclos econômicos. O uso dos indicadores antecedentes, coincidentes e defasados é hoje padrão em qualquer estudo cujo objetivo seja entender e/ou prever a ocorrência de uma recessão econômica, bem como quantificar suas consequências. Ocorre que, qualquer que seja a metodologia para a construção desses indicadores, informações sobre o setor industrial são utilizadas extensivamente.

Entre as inúmeras informações sobre o setor industrial, a Taxa de Utilização da Capacidade Instalada (doravante TUCI) constitui-se num dos indicadores de atividade econômica mais importantes e mais utilizados em todo o mundo. A razão para tal está na conceituação desse indicador e a conseqüente quantidade de informação que o mesmo sintetiza.

Em princípio, não é necessário um conhecimento profundo sobre as bases conceituais da TUCI para entender que tal medida relaciona o que pode ser produzido com o que é produzido de fato. Embora não exista um consenso sobre as bases conceituais que definem a TUCI, é bem entendido que o uso da capacidade instalada está relacionada à fixidades inerentes a tecnologia utilizada pela atividade em questão. A existência de tais fixidades por seu turno, é um fenômeno que faz sentido somente quando a produção de uma firma ou indústria se restringe a um horizonte de tempo em que não é possível variar todos os insumos livremente sem incorrer em custos muito altos. Valendo-se da terminologia usual da teoria econômica da firma ou indústria, só fazem sentido no curto prazo.

No Brasil, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) divulga estimativas mensais de utilização da capacidade baseada em pesquisa direta com as empresas. No entanto, como será apresentado, alguns trabalhos existentes acusam a existência de algumas características não desejáveis implícitas a este método, relativamente a outros, que adotam estimação via dados secundários.

O propósito deste trabalho é apresentar uma metodologia para a estimação da TUCI para uma seleção de 20 (vinte) setores da indústria no Brasil entre os anos de 1996 e 2012. Na metodologia proposta, a tecnologia é modelada utilizando-se o conceito de Função Distância Direcional originalmente introduzida por Chambers, Chung e Färe (1996), os quais basearam-se na função benefício proposta por Luenberger (1992) e na função distância de Shephard (1953). Subsequentemente é utilizado o método de Análise de Envoltória de Dados (DEA) para estimar a fronteira de produção da indústria¹. Uma vez estimada a fronteira, é possível calcular a Eficiência Técnica (ET) de cada setor em cada período. Por fim, as ET's estimadas são utilizadas para o cálculo da TUCI dos setores e períodos selecionados. Até a conclusão deste artigo não foi encontrado nenhum trabalho que utilize a mesma metodologia no Brasil².

É admitido que o único insumo sujeito à fixidades é o capital físico. Ocorre que, no Brasil, não existem estatísticas oficiais sobre capital, mas existem informações sobre investimento disponíveis na Pesquisa Industrial Anual (PIA) publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Assim, é utilizado no trabalho o Método do Inventário Perpétuo (MIP) para estimação do estoque de capital em cada ano e para cada setor. Uma dificuldade com a utilização do MIP é a necessidade de se conhecer a taxa de depreciação do capital. Em geral, utilizam-se valores *ad hoc* para depreciação que variam de 7% a 10%, sendo o valor escolhido utilizado para todos os setores selecionados (se este for o caso). Neste trabalho, ao contrário, a taxa de depreciação é estimada para cada setor através de informações sobre os gastos com depreciação que também são informados na PIA/IBGE.

A Seção 2 trás as principais definições e metodologias relacionadas a TUCI, juntamente com apresentação dos principais trabalhos existentes; a Seção 3 faz uma apresentação metodológica da principal estimativa de TUCI atualmente em uso no Brasil, compilada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI); a Seção 4 apresenta a metodologia de estimação da TUCI a ser utilizada neste trabalho; a Seção 5 apresenta a metodologia de estimação do estoque de capital e da taxa de depreciação; a Seção 6 apresenta as bases de dados a serem utilizadas; a Seção 7 apresenta os resultados obtidos; e finalmente, na Seção 8 sintetiza as principais conclusões.

¹ O uso do método DEA para estimar funções distância direcionais é frequentemente referido na literatura como método *Directional DEA* ou Análise de Envoltória de Dados Direcional. Para uma revisão do desenvolvimento da literatura sobre DEA ver Liu et al. (2013)

² Mesmo na literatura internacional, são poucos os trabalhos que aplicam a DDF para o cálculo da TUCI.

2 Aspectos Teóricos

Economia da Capacidade Instalada

É usual que as firmas operem em nível de produção abaixo do que o estoque de insumos e os equipamentos prontos à operação poderiam produzir. Uma vez que novos investimentos exigem um certo período de maturação para que possam refletir em aumento efetivo da capacidade de produção, a empresa age de forma a sempre manter a capacidade acima da demanda esperada, de forma a absorver choques de demanda. Além disso, a natureza dos insumos empregados, em especial do capital, por apresentar característica indivisibilidade, exige da empresa a contratação de potencial de produção maior do que seria o desejado, o que também lhe propicia ganhos de escala e maior poder de negociação no mercado de insumos.

Questão psicológicas também podem ser determinantes; o empresário está mais propenso a sempre esperar expansões futuras do mercado, fato pela qual prefere ter excesso do que déficit de capacidade. No entanto, operar em situação de excesso de capacidade também representa custos financeiros para a firma; o custo de oportunidade do acréscimo no ativo imobilizado e a depreciação a qual este está sujeito. Por esta razão, o empresário irá preferir por níveis moderados de excesso de capacidade.

Acima de tudo, no horizonte próximo de tempo o ajuste da capacidade ao nível efetivo da demanda costuma representar elevado custo para a firma ou mesmo ser ineficaz por questões legais e burocráticas. Assim, acredita-se que a existência de insumos fixos seja o principal determinante para a existência de capacidade ociosa, principalmente para o setor industrial, por ser mais capital-intensivo, o que faz da capacidade ociosa um fenômeno eminentemente de curto prazo.

Em termos de definição, para Corrado e Matthey (1997) utilização de capacidade consiste na razão entre o nível de produto atual e o produto máximo e sustentável que pode ser obtido sob condições normais de produção, considerando a disponibilidade de fatores produção. Christiano (1981) define como a medida de quão intensamente a economia faz uso dos recursos disponíveis. Já Phillips (1963) descreve a preocupação em medir utilização da capacidade em analogia aos esforços de se obter o nível de desemprego da economia, ambas associadas à subutilização de recursos produtivos. Como se vê, a taxa de utilização da capacidade instalada (TUCI) tem sido já há bastante tempo discutida na literatura como uma medida de ociosidade dos fatores de produção, e a principal motivação para o seu desenvolvimento consiste em sua implicação no comportamento dos índices de preços da economia.

É bem conhecido que em situações onde a economia opera próximo ao seu limite de capacidade – mantido o patamar de demanda agregada – o ajuste é feito através da elevação dos preços, ocasionando inflação de oferta, até que o investimento possa reequilibrar a capacidade de produção. Alguns autores sustentam que a relação entre TUCI e inflação tem enfraquecido nas últimas décadas devido ao rápido progresso tecnológico e a elevação da participação do comércio internacional nas economias nacionais (ver Corrado e Matthey (1997)). O fato é que esta relação ainda permanece como uma das mais consistentes da literatura econômica, o que reflete nos sucessivos estudos e prognósticos de conjuntura econômica e de política monetária que utilizam dados de utilização de capacidade. Obviamente que há vários outros fatores também determinantes para os rumos da inflação e da política monetária, variáveis de demanda, por exemplo.

Alves, Correa et al. (2013) estima a trajetória da *non-accelerating inflation rate of capacity utilization* - NAICU, ou seja, a maior TUCI não geradora de inflação (TUCI de equilíbrio), obtendo o valor médio de 80,3% entre 2001 e 2004 e 84% entre 2011 e 2012. E ainda, definindo o hiato da capacidade instalada como a diferença entre a TUCI observada e a NAICU, e admitindo uma economia de apenas dois setores – o setor de bens comercializáveis e de bens não comercializáveis – o trabalho também conclui que o hiato da capacidade instalada é variável relevante para explicar a inflação dos bens comercializáveis, ao passo que o hiato da taxa de desemprego é significativa para a inflação de bens não comercializáveis.

Adicionalmente, vários trabalhos tem utilizado séries de TUCI existentes para obter a parcela do estoque de capital efetivamente em uso na economia – *input* da função de produção –, geralmente tomando a TUCI da indústria como aproximação para a taxa de utilização de capital da economia. Filho (2001) e Barroso et al. (2007) são exemplos.

Não obstante, não existe ainda na literatura um claro consenso de qual a melhor maneira de se medir TUCI. As abordagens incluem pesquisa direta e amostral com empresas ou a estimação dos índices a partir de informações de produção e demanda por insumos. Considerando o primeiro grupo, as estatísticas de TUCI utilizadas no Brasil são elaboradas pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), ambas junto ao setor industrial. Na literatura internacional uma referência clássica é a pesquisa realizada pelo *Bureau of Census*, nos Estados Unidos.

Em relação ao segundo grupo, não se teve informações de estudos que buscassem estimar empiricamente a TUCI para o Brasil até o término deste trabalho. Para os demais países, variadas metodologias tem sido empregadas. Como se viu em discussão anterior, a maneira mais comum de se definir a taxa de utilização da capacidade (TUCI) é através da razão entre um índice de produção corrente Y e um índice de produção potencial Y^* , ou seja, Y/Y^* . É considerando este último aspecto que a literatura internacional de estimação costuma divergir, sendo comum destacar-se duas linhas de pesquisa: uma que estima o

produto potencial sob o aspecto estritamente tecnológico e outra que estima sob o aspecto econômico.

Do ponto de vista tecnológico, Johansen (1968) define o produto potencial da firma ou da economia como o máximo de produto que pode ser obtido por período de tempo com a planta e os equipamentos existentes, sem restrição ao uso de insumos variáveis. Esta definição, que adota o conceito de função de produção de curto prazo, é posteriormente formalizada por Färe (1984), que também apresenta as condições necessárias e suficientes para a existência do produto potencial. Sob este aspecto, toda a informação útil é aquela sintetizada na função de produção; a firma é o local onde se combina os fatores para obtenção do máximo produto possível, observada a tecnologia disponível, ignorando aspectos do ambiente econômico a qual está inserida (FEIJÓ, 2006, p. 617).

Em sequência, Fare, Grosskopf e Kokkelenberg (1989) foi o primeiro a tornar operacional a definição de Johansen, apresentando um método de estimação da TUCI a partir de modelo programação linear atualmente denominado por Análise Envoltória de Dados - DEA, onde a fronteira de produção é estimada de forma não paramétrica utilizando os valores observáveis de produção e demanda por insumos.

Na segunda linha metodológica de estimação da TUCI o produto potencial é calculado ao nível da estrutura de custos da firma, sob o aspecto econômico. Considerando que a plena utilização da capacidade física pode não representar ganho marginal do ponto de vista da maximização do lucro, o produto potencial passa a ser definido como resultado da escolha racional da empresa, havendo assim ao menos três definições: o nível de produto para qual as curvas de custo médio de curto prazo e de longo prazo são tangentes (Klein (1960) e Segerson e Squires (1990)); o produto que minimiza a curva de custo médio de curto prazo (Cassels (1937); Hickman (1964); Berndt e Morrison (1981)); e por fim, aquela que considera o *gap* entre o produto corrente e o produto potencial (ótimo de curto prazo) (Morrison (1985a) e Morrison (1985b)).

Para Phillips (1963, p. 284), pesquisas diretas possuem a vantagem de poder extrair as informações "com quem as sabe", por outro lado, Christiano (1981, p. 166-176) aponta dificuldades na interpretação dos dados, uma vez que não está claro qual conceito de produto potencial o empresário tem em mente, e os questionários aplicados nem sempre especificam qual deve ser adotado. Para Christiano, mesmo que seja especificado que o produto potencial atende à "padrões normais" de organização da produção, ainda é difícil defini-lo em condições de variados tipos de produtos.

Perry (1973, p. 710-718) analisa a performance de 4 medidas de capacidade da indústria americana e obtém evidências de que medidas baseadas em pesquisa direta tendem a apresentar baixo viés cíclico, ou seja, a TUCI parece não crescer (diminuir) quando o produto cresce (diminui), diferente do observado com os demais métodos de estimação. Ao responder à pesquisa, "os empresários parecem 'encontrar' capacidade,

quando o produto aumenta, e ‘perdê-las’ quando o produto diminui”.

Leeuw (1979) utiliza informações do *U.S. Census Bureau* afim de verificar 3 possíveis razões para o viés acíclico notado por Perry nas pesquisas diretas. O autor conclui que o super-registro de “não-variações” na taxa de utilização pode ser um fator explicativo para este comportamento, pois observa que as unidades tendem a repetir o último valor registrado em quantidade substancial de vezes. Além disso, Leeuw considera a possibilidade da empresa tomar a força de trabalho como *proxy* para TUCI, o que levaria a um viés, dadas as flutuações na produtividade do trabalho. Evidências sugeriram que este pode também ser uma fonte de viés acíclico.

Por último, Leeuw avalia prováveis mudanças nas hipóteses de condições normais de operação da empresa, mais especificamente, mudanças no número de horas por dia e dias por semana que o empresário baseia sua noção de capacidade, relativamente às fases de alta e baixa produção. Mas as evidências sinalizam para este como um fator não significativo.

Depreciação do Capital

Para estimação do estoque líquido de capital através do Método de Inventariado Perpétuo¹ faz-se primeiramente necessário a determinação da maneira de como o capital se deprecia ao longo do tempo. Fonseca e Mendes (2002) estima a taxa de depreciação do capital da indústria no Brasil utilizando o estoque de ativo imobilizado dos Censos de 1975, 1980 e 1985 como aproximação para o estoque de capital, juntamente ao fluxo de investimento líquido, por meio do método *Polynomial-Benchmark Method-PBM*, proposto por Nishimizu (1974). Os resultados apontam uma taxa de depreciação média de 13,21% no período 1975-1980 e 15,27% no período 1980-1985.

Outros trabalhos, Em geral a taxa de depreciação é calculada estabelecendo um tempo determinado de vida útil para cada tipo de capital, e a partir de então uma função de depreciação anual² é utilizada, de maneira que ao término do período ocorra perda total do estoque.

(NADIRI; PRUCHA, 1996) estima a taxa de depreciação do estoque da capital físico da indústria nos EUA através de um modelo de demanda por fatores. Os resultados

¹ Goldsmith (1951) foi o pioneiro, desde então o método tem sido extensivamente utilizado pela literatura de estimação do capital.

² (HOFMAN, 2000) e (MORANDI; REIS et al., 2004) utilizam uma função geométrica de depreciação, segundo a qual a taxa de depreciação é maior nos anos iniciais.

Tabela 1 – Taxa de depreciação do estoque de capital da indústria.

Fonte	País	Valor Estimado
Musgrave (1992) ¹	EUA	0,034
Epstein e Denny (1980) ¹	EUA	0,126
Kollintzas e Choi (1985) ¹	EUA	0,125
Bischoff e Kokkenlenberg (1987) ¹	EUA	0,106
Nadiri e Prucha (1996)	EUA	0,059
(PYO, 1988)	Koreia do Sul	0,071

*Extraído de Nadiri e Prucha (1996).

Morandi, Reis et al. (2004) admite um tempo de vida útil de 50 anos para residências, 40 anos para estruturas empresarias e 20 anos para máquinas e equipamentos. A partir de então a taxa anual de depreciação é calculada admitindo uma depreciação geométrica.

Utilização da Capacidade Instalada/CNI

No Brasil, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) realiza em frequência mensal estimativas de Utilização da Capacidade Instalada dos setores industriais (doravante TUCI/CNI), através de pesquisa direta amostral com os empresários.

No desenho amostral, onde 12 estados participam, compõem a pesquisa os setores industriais que juntos perpassam ao menos 70% do valor da transformação industrial (VTI) ou 50% da população ocupada (PO) da indústria do estado, em lista em que constam ordenados dos setores mais representativos para os menos representativos. Definidos os setores em cada estado, o número de unidades pesquisadas em cada setor daquele estado é determinado de maneira que participem com ao menos 60% do VTI ou 40% da PO no respectivo setor industrial do estado, com firmas também previamente ordenadas das mais representativas para as menos representativas.

Na pesquisa, a empresa é solicitada a declarar qual a parcela da capacidade de produção operacional utilizada em condições normais de funcionamento no mês de referência. Fica a critério da empresa a escolha da metodologia de cálculo. Os percentuais são agregados em duas etapas, na primeira é obtida a média dos setores em cada estado, através da média dos percentuais de utilização reportados por cada unidade local, ponderada pela razão entre o número de horas trabalhadas na produção da empresa e o total de horas trabalhadas em todas as empresas do setor no estado.

Na segunda etapa, o percentual médio de cada setor é obtido através da média dos percentuais estaduais, ponderados pela número de pessoal ocupado.

$$TUCI_s^t = \sum_{e=1}^n TUCI_{s,e}^t W_{s,e}.$$

Onde $TUCI_{s,e}^t$ é a taxa de utilização no setor de atividade s do estado e , para o mês de referência t ; e $W_{s,e}$ é o peso do estado e no setor s , tomado como sua participação na População Ocupada do setor s , considerando-se apenas os estados que pesquisam o setor.

3 Metodologia

TUCI a partir da Função Distância Direcional

Esta seção apresenta como a TUCI é estimada usando o conceito da função distância direcional introduzida por Chambers, Chung e Färe (1996). Seja $x \in \mathbb{R}_+^m$ o vetor de insumos e $y \in \mathbb{R}_+^n$ o vetor de produtos ou *outputs*, o conjunto T dos planos de produção factíveis, definidos pelas restrições impostas pela tecnologia, é dado por

$$T = \{(x, y) \in \mathbb{R}_+^{m \times n} \mid x \text{ pode produzir } y\}.$$

Se x_f é o subvetor de insumos fixos e x_v o subvetor de insumos variáveis, admitindo o caso de um único produto ($n = 1$), pode-se definir a fronteira de produção por

$$F(x) = \sup\{y \mid (x, y) \in T\}.$$

Neste caso, a TUCI pode ser expressa como:

$$TUCI = \frac{F(x_f, x_v)}{\hat{F}(x_f)}, \quad (3.1)$$

onde $\hat{F}(x_f) = \sup\{F(x) \mid x_v \geq 0 \text{ é livre}\}$, seguindo a definição dada por Johansen (1968, p. 50). A taxa de utilização da capacidade relaciona o nível máximo de produção passível de obtenção a partir do vetor quantidade de insumos (x_f, x_v) , com a produção ótima num cenário em que é possível ajustar a quantidade dos insumos variáveis x_v .

Seja a função distância orientada ao produto dada por

$$D_o(x_f, x_v, y) = \frac{y}{F(x_f, x_v)},$$

a relação em (3.1) é escrita como

$$TUCI = \frac{\hat{D}_o(x_f, y)}{D_o(x_f, x_v, y)}.$$

Em um cenário multi-produto a função distância costuma ser escrita na forma de expansão radial do vetor produto, ou seja:

$$D_o(x, y) = \inf\{\theta \in \mathbb{R}_+^* \mid (x, y/\theta) \in T\}.$$

Outra formulação possível é adotar uma expansão aditiva linear de y na direção de um vetor g_y , da forma $D_o(x, y) = \sup\{\beta \mid (x, y + \beta g_y) \in T\}$, denominada função

distância direcional. Assim, quanto maior o valor β^* que soluciona $D_o(x, y)$ maior a situação de ineficiência produtiva a qual opera a firma. Adicionalmente, é possível que os insumos estejam sendo empregados em excesso, por esta razão a função distância direcional empregada engloba simultaneamente uma expansão do produto e uma retração do insumo. Assim:

$$\begin{aligned} D_T(x, y; g_x, g_y) &= \sup\{\beta \mid (x - \beta g_x, y + \beta g_y) \in T\} \\ \hat{D}_T(x_f, x_v, y; g_{x_f}, g_y) &= \sup\{\beta \mid (x_f - \beta g_{x_f}, x_v, y + \beta g_y) \in T, x_v \geq 0\}. \end{aligned}$$

Seja β^* solução ótima para $D_T(\cdot)$ e (x, y) um plano factível de produção, ou seja, $(x, y) \in T$, a função distância direcional projetada (x, y) no ponto $(x - \beta^* g_x, y + \beta^* g_y)$ pertencente à fronteira do conjunto T , e na direção do vetor (g_x, g_y) .

Sob estes aspectos, a TUCI passa a ser definida por

$$TUCI_{DIR} = \frac{D_T(x, y; g_x, g_y) + 1}{\hat{D}_T(x_f, x_v, y; g_{x_f}, g_y) + 1}, \quad (3.2)$$

Finalmente, a $TUCI_{DIR}$ é estimada através de modelos de programação linear DEA Direcional, no qual o conjunto tecnológico é dado por

$$T = \{(x, y) \in \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \mid \lambda X \leq x, \lambda Y \geq y, \lambda \geq 0, \lambda \in \mathbb{R}^k\},$$

onde $X_{k \times n}$ é a matriz de insumos e $Y_{k \times m}$ a matriz de produtos. As desigualdades invertidas satisfazem as restrições aos objetivos de minimização dos insumos e maximização do produto. A função distância direcional pode então ser estimada por:

$$\begin{aligned} D_T(x, y; g_x, g_y) &= \max_{\lambda, \beta} \beta \\ \text{s.a. : } \lambda X &\leq x - \beta g_x \\ \lambda Y &\geq y + \beta g_y \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

com $\lambda \in \mathbb{R}^k$ e $\beta \in \mathbb{R}$. Uma opção simples e comumente usada é adotar $(g_x, g_y) = (x, y)$, assim, a direção da expansão de y rumo a fronteira de eficiência tecnológica será a mesma direção original, e a direção de retração de x será a mesma de $-x$.

Taxa de Depreciação e Estoque de Capital

Nesta seção apresentada a metodologia de cálculo do estoque de capital da indústria pelo Método de Inventariado Perpétuo (MIP). Seja x_t o gasto com depreciação de um dado setor da indústria no período t e K_t o seu estoque de capital em t , a taxa de depreciação δ é a solução da equação:

$$x_t = \delta K_t \quad (3.3)$$

Admite-se ainda que o estoque de capital em cada período t será o estoque de capital líquido do período anterior, adicionado do volume de investimentos do último período. Formalmente,

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_{t-1} \quad (3.4)$$

Resolvendo 3.4, o estoque de capital K_t pode ser expresso em função do estoque de capital inicial K_0 , do fluxo de investimentos e da taxa de depreciação, na forma de;

$$K_t = (1 - \delta)^t K_0 + \sum_{j=1}^t (1 - \delta)^{j-1} I_{t-j} \quad (3.5)$$

Admitindo que o investimento cresce a taxa do progresso tecnológico g e do crescimento populacional n , ou seja, $I_{t+1} = (1 + n)(1 + g)I_t$, obtêm-se que o capital inicial relaciona-se com o investimento inicial a maneira de¹

$$K_0 = \frac{I_0}{g + n + ng + \delta}, \quad (3.6)$$

onde a taxa g do crescimento tecnológico é obtida a partir da hipótese de que o produto comporta-se como o AR(1) determinístico $Y_{t+1} = (1 + g)Y_t$, e o investimento inicial é estimado usando a média de investimento dos primeiros cinco anos da amostra²;

$$\frac{I_0}{L_1} = \frac{1}{5} \left(\frac{I_1}{L_1} + \frac{I_2}{(1 + g)L_2} + \frac{I_3}{(1 + g)^2 L_3} + \frac{I_4}{(1 + g)^3 L_4} + \frac{I_5}{(1 + g)^4 L_5} \right),$$

sendo L_t a população economicamente ativa em t .

Assim, usando 3.5 e 3.6, a equação do capital é expressa por

$$K_t = \frac{(1 - \delta)^t I_0}{g + n + ng + \delta} + \sum_{j=1}^t (1 - \delta)^{j-1} I_{t-j}. \quad (3.7)$$

Para estimar a taxa de depreciação δ , usa-se 3.3 em 3.7, para obter

$$x_t = \frac{\delta(1 - \delta)^t I_0}{g + n + ng + \delta} + \sum_{j=1}^t \delta(1 - \delta)^{j-1} I_{t-j},$$

¹ A demonstração pode ser conferida no apêndice de Ferreira et al. (2010).

² Ferreira et al. (2010) e Bonzanini, Souza e Melo (2013) também usam esse instrumento.

a partir de então, fazendo $\theta = n + g + ng$, é possível mostrar que

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \left(\frac{1 + \theta}{\theta + \tilde{\delta}_1} \right) \tilde{\delta}_1 I_0 \\
 x_2 &= \left(\frac{1 + \theta}{\theta + \tilde{\delta}_2} \right) (1 - \tilde{\delta}_2) \tilde{\delta}_2 I_0 + \tilde{\delta}_2 I_1 \\
 x_3 &= \left(\frac{1 + \theta}{\theta + \tilde{\delta}_3} \right) (1 - \tilde{\delta}_3)^2 \tilde{\delta}_3 I_0 + (1 - \tilde{\delta}_3) \tilde{\delta}_3 I_1 + \tilde{\delta}_3 I_2 \\
 &\vdots \\
 x_T &= \left(\frac{1 + \theta}{\theta + \tilde{\delta}_T} \right) (1 - \tilde{\delta}_T)^{T-1} \tilde{\delta}_T I_0 + (1 - \tilde{\delta}_T)^{T-2} \tilde{\delta}_T I_1 + \cdots + \tilde{\delta}_T I_{T-1}
 \end{aligned}$$

onde $\tilde{\delta}_t$ é solução de cada correspondente equação acima. Finalmente, este trabalho propõe a seguinte estimativa da taxa de depreciação:

$$\tilde{\delta} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \tilde{\delta}_t.$$

Portanto, a equação definitiva para cálculo do estoque de capital em cada setor da indústria no período t é dada como

$$K_t = \frac{(1 - \tilde{\delta})^t I_0}{g + n + ng + \tilde{\delta}} + \sum_{j=1}^t (1 - \tilde{\delta})^{j-1} I_{t-j}. \quad (3.8)$$

4 Bases de Dados

São utilizadas estatísticas de gasto e produção de 20 setores da indústria de transformação no Brasil¹, no período de 1996 a 2012, extraídas da Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE). No DEA Direcional adota-se como medida de produto o valor da transformação industrial², como insumos cinco variáveis são utilizadas;

1. Capital – estimado conforme a Seção 5, com o investimento obtido através de informações sobre aquisições, melhorias e baixas, e a depreciação³;
2. Matéria-prima – compra de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes;
3. Trabalho – gasto total de pessoal;
4. Energia – compra de energia elétrica e consumo de combustíveis;
5. Manutenção – consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas.

As séries são deflacionadas pelo Deflator Implícito do PIB Industrial⁴ e expressas relativamente ao montante de pessoal ocupado⁵. A Tabela 2 apresenta estatísticas descritivas das séries de produto utilizadas neste trabalho. Petróleo detêm o produto industrial de maior valor agregado médio, R\$ 517,2 mil por trab/ano; pouco mais de três vezes o valor médio do produto gerado pela metalurgia, R\$ 161,6 mil por trab/ano; seguido de produtos químicos, com R\$ 151,7 mil por trab/ano. No lado oposto, vestuário e artigos de couro detêm os produtos industriais de menor valor médio, com R\$ 17,9 e R\$ 23,1 mil por trab/ano, respectivamente.

Em relação aos insumos (Tabela 3), o setor petróleo tem o maior valor médio em capital (R\$ 250,2 mil/trab) e trabalho (R\$ 71,9 mil por trab/ano), enquanto produtos químicos é o setor de maior gasto médio em matéria-prima (R\$ 221 mil por trab/ano) e metalurgia é o de maior gasto médio em energia (R\$ 27,4 mil por trab/ano) e FTM (R\$ 32,9 mil por trab/ano). Por outro lado, vestuário detêm o menor valor médio em todos os insumos: capital, R\$ 2,3 mil/trab; trabalho, R\$ 10,1 mil por trab/ano; matéria-prima, R\$ 17,4 mil por trab/ano; energia, R\$ 0,5 mil por trab/ano; e FTM, R\$ 1,9 mil por trab/ano.

¹ O Anexo 1 apresenta a descrição dos setores estudados.

² Corresponde a diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo dos bens e serviços intermediários ligados diretamente à produção industrial.

³ Consiste em despesas com depreciação, amortização e exaustão, variações monetárias passivas, despesas financeiras (inclusive factoring) e resultados negativos de participações societárias e em sociedade em cota de participação.

⁴ IBGE, Sistema de Contas Nacionais 2000.

⁵ PIA/IBGE.

Tabela 2 – Produto - 1996-2012 (Mil R\$ por trabalhador).

Setor	Média	DP	Mín	Máx
Alimentos e Bebidas	63,7	21,8	33,7	101,2
Artigos de Couro	23,1	7,3	13,4	37,2
Borracha e Plástico	51,5	16,7	28,9	77,0
Fumo	150,7	64,3	65,6	285,2
Impressão	66,5	12,5	45,7	83,3
Informática	68,5	23,5	37,0	105,6
Madeira	30,3	13,4	11,2	51,8
Máquinas e Equipamentos	66,9	23,9	31,9	106,4
Materiais Elétricos	101,3	23,2	57,0	128,9
Metalurgia	161,6	68,6	52,7	266,3
Minerais Não-Metálicos	51,2	17,4	24,9	76,8
Móveis e Diversos	31,1	12,8	15,9	55,6
Papel e Celulose	108,3	36,0	45,9	152,4
Petróleo	517,2	250,4	68,6	863,9
Produtos de Metal	45,6	16,2	24,7	68,1
Produtos Químicos	151,7	47,2	76,3	212,5
Têxtil	36,1	10,4	20,4	53,7
Transporte	110,1	33,4	37,8	156,7
Veículos	110,6	45,0	50,1	179,3
Vestuário	17,9	7,5	10,6	32,8

Fonte: Elaboração própria.

Os dados utilizados no trabalho são submetidos ao procedimento proposto por ??), que visa identificar *outliers* em problemas de estimação não paramétrica de fronteira de eficiência. Os resultados foram significativos para a existência de um *outlier* superior na amostra adotada; o setor petróleo. Como pode-se ver nas Tabelas 2 e 3, este setor apresenta valores significativamente destoantes dos demais, devendo isto ser considerado nos resultados que seguem.

Tabela 3 – Insumos - 1996-2012 (Mil R\$ por trabalhador/ano).

Setor	Capital				Trabalho				Matéria-Prima				Energia				FTM			
	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx
Alimentos e Bebidas	26,9	17,7	13,6	72,9	19,4	6,7	12,3	32,7	96,0	31,5	44,6	141,3	3,6	1,5	1,3	5,6	4,6	1,9	2,0	8,0
Artigos de Couro	6,8	3,8	3,4	15,8	11,7	3,7	7,2	17,9	25,4	5,2	15,3	32,6	0,8	0,3	0,4	1,3	3,0	1,1	1,5	4,9
Borracha e Plástico	27,3	15,0	12,9	65,7	23,6	7,4	15,2	36,5	66,0	24,6	25,9	97,3	4,4	1,8	1,6	6,8	4,8	1,7	2,3	7,1
Fumo	27,1	17,5	13,7	75,8	34,0	13,5	19,5	59,8	138,3	64,2	50,0	246,5	2,6	1,2	0,9	4,3	3,6	1,2	2,0	6,3
Impressão	54,6	31,0	30,1	114,9	25,3	5,2	11,0	31,7	31,3	10,1	15,4	42,9	1,3	0,7	0,4	2,3	8,1	4,5	2,9	17,0
Informática	23,7	12,5	12,6	54,8	32,2	11,6	20,4	54,2	70,1	25,3	26,8	104,5	0,5	0,2	0,3	0,8	3,6	1,0	2,1	6,3
Madeira	7,5	8,5	1,6	32,8	12,6	5,6	6,3	22,8	24,8	11,2	9,3	42,4	3,3	1,8	1,0	6,2	3,3	1,4	1,3	5,0
Máquinas e Equipamentos	20,0	10,5	11,2	47,3	32,9	11,1	19,7	52,4	157,9	56,2	65,3	240,2	3,5	1,1	1,9	5,1	14,1	5,0	6,6	20,2
Materiais Elétricos	48,6	15,3	34,4	84,7	37,6	11,2	21,3	57,6	107,7	61,6	29,2	204,6	2,7	1,4	0,9	5,1	7,7	4,5	2,3	15,5
Metalurgia	72,2	65,5	22,8	234,9	43,2	15,0	24,4	68,4	183,0	86,7	51,2	292,8	27,4	13,4	8,6	46,3	32,9	17,2	9,0	62,2
Minerais Não-Metálicos	18,1	12,0	8,8	53,0	19,0	6,7	11,5	31,8	34,7	13,9	16,2	54,5	9,6	4,3	4,0	16,6	6,8	2,7	3,4	11,5
Móveis e Diversos	5,7	4,2	2,5	17,6	14,9	5,4	8,7	25,0	33,2	10,7	16,5	47,1	1,2	0,5	0,5	1,7	2,1	1,0	0,8	4,4
Papel e Celulose	61,4	45,2	26,6	169,9	33,4	10,6	20,1	51,5	91,4	32,1	38,4	130,5	11,7	5,5	3,8	20,1	11,7	4,2	5,1	17,9
Petróleo	250,2	337,5	33,3	1219,6	71,9	31,2	27,5	136,0	170,3	69,7	56,4	267,8	9,1	5,8	1,5	25,8	58,4	30,4	9,5	95,5
Produtos de Metal	14,1	8,4	7,7	37,4	21,6	7,3	13,6	34,0	44,9	16,6	18,7	68,6	2,1	0,8	0,8	3,1	5,1	2,0	2,4	8,2
Produtos Químicos	63,3	38,2	32,9	160,8	49,9	15,7	28,9	75,6	221,0	87,5	74,2	336,7	11,4	5,2	3,9	18,4	12,7	5,3	5,1	20,5
Têxtil	13,5	8,6	6,5	37,8	17,2	5,5	10,9	26,9	42,3	12,5	22,1	61,2	4,8	2,0	1,6	7,3	4,4	1,5	2,1	6,6
Transporte	25,6	27,0	7,5	94,0	42,4	15,4	19,8	68,1	148,0	50,1	40,8	240,4	2,1	0,9	0,7	3,3	12,3	5,8	3,6	21,4
Veículos	25,4	15,8	11,4	71,1	45,8	13,7	28,3	68,0	183,7	73,7	72,9	273,8	3,6	1,5	1,4	5,8	9,3	3,2	3,9	14,3
Vestuário	2,3	1,4	1,3	6,6	10,1	3,5	6,7	16,6	17,4	4,2	12,6	25,4	0,5	0,2	0,3	0,8	1,9	1,0	0,8	3,6

Fonte: Elaboração própria com base em dados da PIA/IBGE. Em valores de 2012.

5 Resultados

A Tabela 4. Primeiramente, o elevado grau de variabilidade intersetorial observado nos resultados reforçam a existência de peculiaridades suficientes para justificar a realização de estimativas por setor da indústria, ao invés de uma taxa comum a todos eles. Além disso, os valores observados frequentemente se distanciam daqueles atribuídos em *ad hoc* pela literatura – geralmente 10% aa. De fato, madeira (22%), veículos (21%) e metalurgia (17%) apresentaram as maiores taxa anuais, já outros setores depreciam à taxa de 6% ou 8%, sendo o caso de edição e informática. No geral, uma média simples atribui depreciação de 13,7% ao ano à indústria de transformação.

Tabela 4 – Taxa de depreciação.

Setor	Taxa
Madeira	0,223
Veículos	0,210
Metalurgia	0,168
Móveis e Diversos	0,164
Minerais Não-metálicos	0,158
Têxtil	0,157
Papel e Celulose	0,155
Refinaria	0,153
Fumo	0,144
Vestuário	0,137
Transporte	0,134
Máquinas e Equipamentos	0,131
Materiais Elétricos	0,122
Produtos Químicos	0,122
Alimentos e Bebidas	0,108
Borracha e Plástico	0,105
Produtos de Metal	0,102
Artigos de Couro	0,093
Informática	0,088
Edição	0,060

Fonte: Elaboração própria.

A evolução histórica da TUCI, por setor da indústria, pode ser acompanhada em detalhes nos gráficos em anexo. Segundo a TUCI-DIR, alguns setores em particular apresentaram períodos de plena utilização da capacidade instalada, é o caso de vestuário, nos períodos 1996-1997 e 2006-2012; transporte, nos anos 1998-2002; e madeira, em 2003-2005. O capital, na condição de insumo fixo, não se apresentou como uma restrição ativa ao processo de ajuste da capacidade de produção ao nível da demanda efetiva.

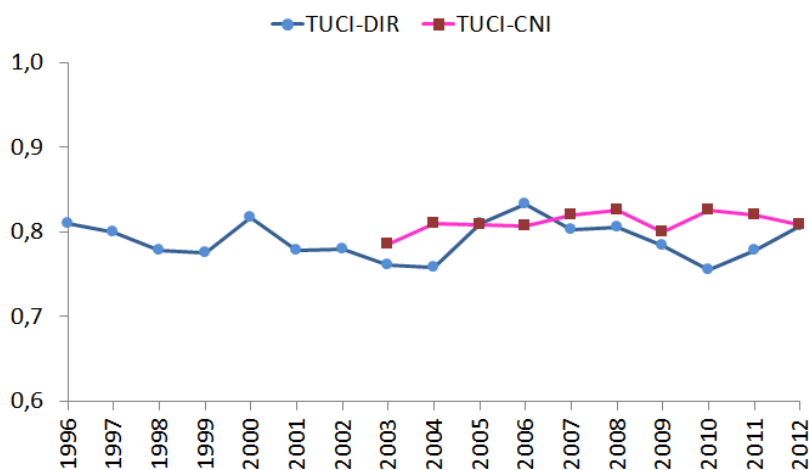
Embora alguns outros setores sejam *benchmarkings* de eficiência no emprego do conjunto de insumos imediatamente disponíveis, operando ao nível de produto ótimo, no segundo processo de otimização, que admite livre determinação dos insumos variáveis (trabalho, energia, matéria-prima e manutenção), ficaram abaixo do potencial, permitindo ainda concluir a existência de subutilização da capacidade instalada, ocasionada pelo

capital físico. Este é o caso de fumo e informática, e também petróleo, impressão e materiais elétricos, em menores graus.

A figura 1 mostra a evolução anual da TUCI-DIR estimada para a indústria de transformação a partir da média das TUCI setoriais, ponderadas pela participação de cada setor no total da população ocupada (PIA/IBGE), além da TUCI-CNI, a qual foi atribuído os mesmos pesos.

Nota-se que a TUCI-DIR registra taxas de utilização normalmente inferiores aos registrados pela TUCI-CNI, sendo o ano 2006 a única exceção significativa. Além disso, a diferença entre as estimativas se acentua principalmente nos anos 2004, 2010 e 2011.

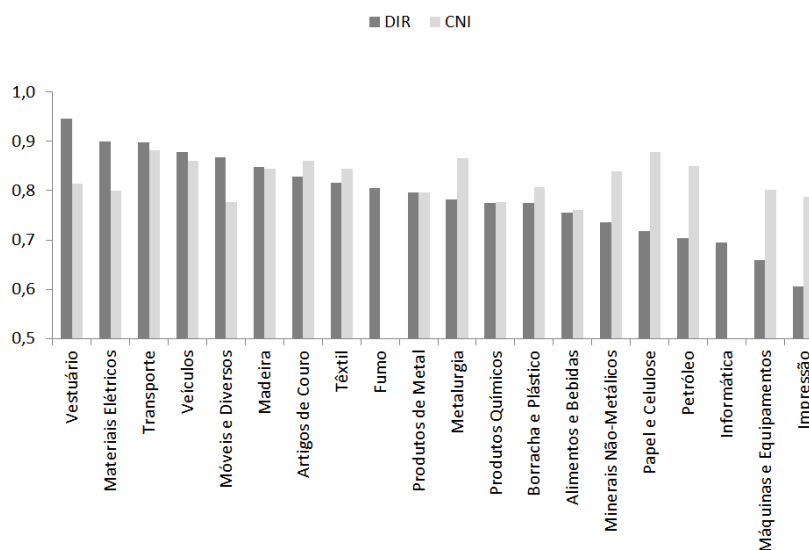
Figura 1 – TUCI da Indústria de Transformação no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Considerando os setores, vestuário, materiais elétricos, transporte e veículos possuem as maiores taxas de utilização, enquanto que os setores impressão, máquinas e equipamentos, e informática detêm as menores TUCI médias (figura 2). Na comparação com a medida TUCI-CNI, também apresentado na Tabela 5, vestuário, materiais elétricos, juntamente a móveis, produtos químicos e madeira, encabeçam a lista das maiores diferenças absolutas. Por outro lado, nos setores petróleo, impressão, papel e celulose e máquinas e equipamentos, principalmente, a TUCI-DIR tem valores médios inferiores aos observados na TUCI-CNI.

Figura 2 – TUCI Média por Setor Industrial



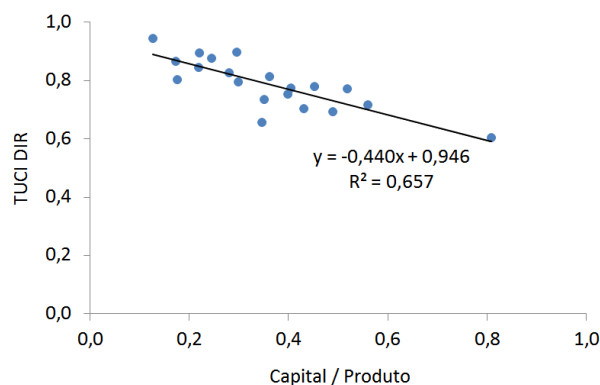
Fonte: Elaboração própria.

Uma vez que a inflexibilidade a curto prazo do estoque de capital físico é normalmente aceita como uma das principais razões para a existência de capacidade ociosa na indústria, é fundamental que uma medida de utilização de capacidade seja sensível e negativamente relacionada ao volume de capital empregado no processo de produção. Firms com alta dependência de capital são propensas a operar com maior ociosidade produtiva.

Nas figuras 3 e 4, as estimativas de TUCI são apresentadas paralelamente às respectivas participações médias do capital no produto, a partir da qual uma linha de tendência é traçada, através de um modelo de Mínimos Quadrados Ordinários. Os resultados apontam forte correlação para a TUCI-DIR, com R^2 de 65,7%, mas baixa correlação quando se trata da TUCI-CNI, com apenas 1,1%. Este fato ilustra o que já podia ser inicialmente observado na figura 1; a TUCI-CNI tem baixo grau de variabilidade no tempo, quando se observa o agregado para a indústria de transformação, e também quando se avalia o índice setorial, paralelamente à participação do capital na produção.

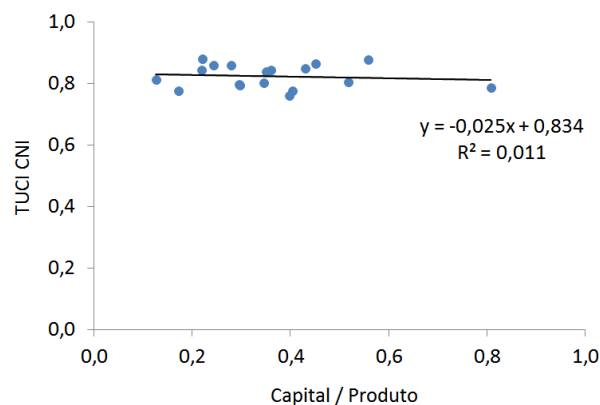
Neste último caso, o setor de impressão, cuja participação do capital é de cerca de 80,8%, tem TUCI-CNI de 78,7%; vestuário, cuja relação capital produto é a menor, 12,6%, tem TUCI-CNI de 81,5%. Longe de ser apenas um caso isolado, setores com as mais distintas participações de capital tem apresentado taxas de utilização CNI muito próximas, o que aparenta um contra senso com a literatura de utilização da capacidade.

Figura 3 – TUCI-DIR e a participação do capital no produto



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4 – TUCI-CNI e a participação do capital no produto



Fonte: Elaboração própria.

Como já observado anteriormente, a TUCI-DIR apresenta índices em geral inferiores aos valores observados na TUCI-CNI, quando se avalia o resultado para a indústria de transformação. Na análise desagregada, os resultados são bem variados, como mostra a Tabela 5. Se em alguns setores a TUCI-DIR se sobressai fortemente, em outros, situação inversa acontece. Mais uma vez o significativo grau de homogeneidade dos estimativas TUCI-CNI se fazem notar, que em contraste com a TUCI-DIR resulta em alta dispersão nos valores da coluna de diferenças das médias.

Há de se reparar também no desvio padrão dos índices estimados dentro do mesmo setor, apenas em períodos diferentes. Prevale o mais uma vez dispersão maior dos valores TUCI-DIR, relativamente à dispersão da TUCI-CNI, em quase a totalidade dos setores verificados. Assim, em todos os aspectos verificados as estimativas CNI mostram-se mais homogêneas e inerciais.

Tabela 5 – TUCI-DIR x TUCI-CNI - Estatísticas descritivas - 2003-2012. ($\times 100$)

Setor	TUCI-DIR				TUCI-CNI				Diferença das médias
	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	
Vestuário	95,7	7,5	80,7	100,0	81,5	1,1	79,7	83,0	14,2
Materiais Elétricos	88,9	2,5	85,4	93,0	79,9	1,9	75,9	82,9	9,0
Móveis e Diversos	85,7	4,9	76,8	91,7	77,7	2,9	72,8	82,1	8,0
Veículos	86,9	3,6	81,6	91,8	86,0	2,2	83,0	89,2	0,8
Produtos Químicos	78,4	3,4	73,0	84,4	77,7	3,0	74,6	83,7	0,7
Madeira	84,5	12,2	69,5	100,0	84,5	1,9	81,6	86,8	0,1
Alimentos e Bebidas	75,6	2,9	71,1	80,7	76,1	1,6	72,6	78,1	-0,4
Produtos de Metal	79,0	3,3	74,6	84,9	79,7	2,3	75,4	82,8	-0,7
Borracha e Plástico	77,4	3,1	72,3	80,9	80,7	2,2	75,7	83,8	-3,4
Têxtil	80,5	2,8	75,3	85,8	84,5	1,3	82,0	86,4	-4,1
Transporte	83,4	4,6	76,3	88,5	88,3	2,4	84,1	90,9	-4,8
Artigos de Couro	79,7	4,0	72,5	85,6	86,0	2,2	82,4	89,4	-6,3
Minerais Não-Metálicos	73,4	4,5	67,8	81,7	84,0	1,7	80,9	86,3	-10,6
Metalurgia	75,6	3,8	68,8	81,7	86,6	5,1	73,5	91,4	-11,0
Máquinas e Equipamentos	67,2	2,4	63,2	70,7	80,3	2,0	76,6	83,1	-13,0
Papel e Celulose	71,1	2,8	67,7	75,6	87,8	1,6	83,6	89,6	-16,7
Impressão	61,6	3,4	57,1	67,5	78,7	3,6	70,4	84,0	-17,2
Petróleo	65,6	7,2	56,8	75,2	85,0	2,9	80,3	90,6	-19,5

Fonte: Elaboração própria.

6 Conclusão

Este trabalho utiliza informações de valor da produção e da estrutura de custos das indústrias do país, fornecidas pela Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE), e estima o estoque de capital dos setores da indústria de transformação a fim de obter a Taxa de Utilização da Capacidade Instalada (TUCI), através da metodologia não-paramétrica DEA Direcional. Outro aspecto que distingue este trabalho da literatura padrão é o fato que a taxa de depreciação é estimada para cada setor. Desta forma as estimativas de estoque de capital não utilizam valores *ad hoc* como normalmente se faz.

Os resultados demonstram a existência de alta variabilidade intersetorial nas taxas de depreciação do capital, ressaltando assim a importância de se estimá-los desagregadamente, em contraste com a atribuição de uma taxa geral para toda a indústria. Embora em média estes valores não tenham se distanciado significativamente das valores em geral adotados, do ponto de vista dos setores a diferença atinge muitas das vezes patamares elevados.

Na estimação da TUCI, observou-se relação inversa entre os valores estimados e a participação do capital no produto dos setores industriais, com alta significância. De maneira que setores mais intensivos em capital foram mais suscetíveis a baixos índices de utilização da capacidade, condizente com o efeito teórico da existência de fixidades de capital na TUCI. E este resultado se sobressai ainda mais quando comparado à principal medida de TUCI pré-existente no Brasil, elaborado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), cujos índices não apresentam relevante correlação com a relação capital/produto.

Os valores da TUCI obtidos neste trabalho também apresentam maior heterogeneidade intra-setorial, que se manifesta em nível de dispersão dos índices superior ao verificado na TUCI-CNI em quase a totalidade dos setores, acompanhado também de maior dispersão das médias setoriais.

Além disso, sob o âmbito da indústria de transformação, os índices de utilização estimados são em geral inferiores aos da TUCI-CNI, sempre acompanhados de maior variabilidade, embora nas médias setoriais não seja observado uma tendência que se sobressaia; se um conjunto de setores possuem médias maiores, tantos outros tem valores inferiores.

Por fim, os valores da TUCI-CNI demonstram sob vários aspectos alta homogeneidade e características inercias, o que pode ser justificado pela ausência de uma metodologia específica de estimação e o fato de os dados serem repassados pelas próprias empresas. A baixa sensibilidade à participação do capital na produto também gera inconveniente, por ser este geralmente apontado na literatura como maior causador de ociosidade produtiva.

Referências

- ALVES, S. A. L.; CORREA, A. da S. et al. *Um Conto de Três Hiatos: Desemprego, Utilização da Capacidade Instalada da Indústria e Produto*. [S.l.], 2013. Citado na página 13.
- BARROSO, R. et al. Produto potencial: conceitos, novas estimativas e considerações sobre sua aplicabilidade. *Revista Economia*, v. 8, 2007. Citado na página 13.
- BERNDT, E. R.; MORRISON, C. J. Capacity utilization measures: underlying economic theory and an alternative approach. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 71, n. 2, p. 48–52, 1981. Citado na página 14.
- BONZANINI, A. F.; SOUZA, E. C. d.; MELO, L. Fdi, licensing, e crescimento da produtividade total de fatores. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 67, n. 1, p. 25–43, 2013. Citado na página 20.
- CASSELS, J. M. Excess capacity and monopolistic competition. *The Quarterly Journal of Economics*, JSTOR, p. 426–443, 1937. Citado na página 14.
- CHAMBERS, R. G.; CHUNG, Y.; FÄRE, R. Benefit and distance functions. *Journal of economic theory*, Elsevier, v. 70, n. 2, p. 407–419, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 18.
- CHRISTIANO, L. J. A survey of measures of capacity utilization. *Staff Papers*, Springer, v. 28, n. 1, p. 144–198, 1981. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 14.
- CORRADO, C.; MATTEY, J. Capacity utilization. *The Journal of Economic Perspectives*, JSTOR, v. 11, n. 1, p. 151–167, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- FÄRE, R. The existence of plant capacity. *International Economic Review*, JSTOR, v. 25, n. 1, p. 209–213, 1984. Citado na página 14.
- FARE, R.; GROSSKOPF, S.; KOKKELENBERG, E. C. Measuring plant capacity, utilization and technical change: a nonparametric approach. *International Economic Review*, JSTOR, p. 655–666, 1989. Citado na página 14.
- FEIJÓ, C. A. A medida de utilização de capacidade: conceitos e metodologias. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 10, n. 3, p. 611–629, 2006. Citado na página 14.
- FERREIRA, P. C. et al. The effects of external and internal shocks on total factor productivity. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Elsevier, v. 50, n. 3, p. 298–309, 2010. Citado na página 20.
- FILHO, T. N. T. da S. *Estimando o produto potencial brasileiro: uma abordagem de função de produção*. [S.l.]: IPEA, Diretoria de Estudos Macroeconômicos, 2001. Citado na página 13.
- FONSECA, R.; MENDES, T. C. M. *Produtividade do capital na indústria brasileira*. [S.l.]: CNI, Confederação Nacional da Indústria, 2002. Citado na página 15.

- GOLDSMITH, R. W. A perpetual inventory of national wealth. In: *Studies in Income and Wealth, Volume 14*. [S.l.]: NBER, 1951. p. 5–73. Citado na página 15.
- HICKMAN, B. G. On a new method of capacity estimation. *Journal of the American Statistical Association*, Taylor & Francis Group, v. 59, n. 306, p. 529–549, 1964. Citado na página 14.
- HOFMAN, A. A. Standardised capital stock estimates in latin america: a 1950-94 update. *Cambridge Journal of Economics*, CPES, v. 24, n. 1, p. 45–86, 2000. Citado na página 15.
- JOHANSEN, L. Production functions and the concept of capacity. *Recherches récentes sur la fonction de production, Collection, Economie mathématique et économétrie*, v. 2, p. 52, 1968. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 18.
- KLEIN, L. R. Some theoretical issues in the measurement of capacity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 272–286, 1960. Citado na página 14.
- LEEUEW, F. d. Why capacity utilization estimates differ. *Survey of Current Business*, Bureau of Economic Analysis, v. 59, n. 5, p. 45–55, 1979. Citado na página 15.
- LIU, J. S. et al. A survey of dea applications. *Omega*, Elsevier, v. 41, n. 5, p. 893–902, 2013. Citado na página 11.
- LUENBERGER, D. G. Benefit functions and duality. *Journal of mathematical economics*, Elsevier, v. 21, n. 5, p. 461–481, 1992. Citado na página 11.
- MORANDI, L.; REIS, E. et al. Estoque de capital fixo no brasil, 1950-2002. *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia*, v. 42, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- MORRISON, C. J. On the economic interpretation and measurement of optimal capacity utilization with anticipatory expectations. *The Review of Economic Studies*, Oxford University Press, v. 52, n. 2, p. 295–309, 1985. Citado na página 14.
- MORRISON, C. J. Primal and dual capacity utilization: an application to productivity measurement in the us automobile industry. *Journal of Business & Economic Statistics*, Taylor & Francis, v. 3, n. 4, p. 312–324, 1985. Citado na página 14.
- NADIRI, M. I.; PRUCHA, I. R. Estimation of the depreciation rate of physical and r&d capital in the us total manufacturing sector. *Economic Inquiry*, Wiley Online Library, v. 34, n. 1, p. 43–56, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- NISHIMIZU, M. *Total factor productivity analysis: a disaggregated study of the post war japanese economy*. Ph.D. Dissertation., 1974. Citado na página 15.
- PERRY, G. L. Capacity in manufacturing. *Brookings Papers on Economic Activity*, JSTOR, v. 51, n. 3, p. 701–742, 1973. Citado na página 14.
- PHILLIPS, A. An appraisal of measures of capacity. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 53, n. 2, p. 275–292, 1963. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 14.
- PYO, H. K. Estimates of capital stock and capital/output coefficients by industries: Korea (1953–86). *International Economic Journal*, Taylor & Francis, v. 2, n. 3, p. 79–121, 1988. Citado na página 16.

SEGERSON, K.; SQUIRES, D. On the measurement of economic capacity utilization for multi-product industries. *Journal of Econometrics*, Elsevier, v. 44, n. 3, p. 347–361, 1990. Citado na página 14.

SHEPHARD, R. W. *Cost and production functions*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 1953. v. 194. Citado na página 11.

APÊNDICE A – Tabelas

Tabela 6 – Setores da indústria de transformação.

Setor	Descrição
Artigos de Couro	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
Borracha e Plástico	Fabricação de artigos de borracha e plástico
Fumo	Fabricação de produtos do fumo
Impressão	Edição, impressão e reprodução de gravações
Informática	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
Madeira	Fabricação de produtos de madeira
Máquinas e Equipamentos	Fabricação de máquinas e equipamentos
Materiais Elétricos	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
Metalurgia	Metalurgia básica
Minerais Não-Metálicos	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
Móveis e Diversos	Fabricação de móveis e indústrias diversas
Papel e Celulose	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
Petróleo	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool
Produtos de Metal	Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos
Produtos Químicos	Fabricação de produtos químicos
Têxtil	Fabricação de produtos têxteis
Transporte	Fabricação de outros equipamentos de transporte
Veículos	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias
Vestuário	Confecção de artigos do vestuário e acessórios

Fonte: Elaboração própria.