



ÍNDICE DE CAPITAL HUMANO (ICH) ANUAL

Fernando Veloso
Janaína Feijó
Fernando de Holanda Barbosa Filho
Ana Paula Ruhe

Junho de 2023

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DISCUSSÃO TEÓRICA DAS MEDIDAS DE CAPITAL HUMANO	6
3. MEDIDAS DE CAPITAL HUMANO.....	10
3.1. Penn World Table	10
3.2. Conference Board Total Economy Database	11
3.3. Bureau of Labor Statistics.....	11
3.4. Aaronson e Sullivan (2001)	13
3.5. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).....	15
4. METODOLOGIA.....	16
5. DADOS E AMOSTRA	20
6. RESULTADOS	22
6.1. Índice de Capital Humano (ICH).....	22
6.2. Comparação do ICH com outras medidas de capital humano	23
7. APLICAÇÃO DO ICH: ESTIMAÇÃO DA PTF	26
7.1. PTF	26
7.2. Resultados: estimativas da PTF.....	28
7.3. Comparação com estimativas da PTF brasileira de organizações internacionais....	30
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO A: Regressões de salários	36
ANEXO B: série histórica das medidas de capital humano.....	38
ANEXO C: Síntese Comparativa da Literatura	41

ÍNDICE DE CAPITAL HUMANO (ICH) ANUAL

Fernando Veloso¹

Janaína Feijó²

Fernando de Holanda Barbosa Filho³

Ana Paula Ruhe⁴

1. INTRODUÇÃO

Ao menos desde a década de 1960, com a grande repercussão do modelo proposto por Becker (1962), o termo *capital humano* é empregado para representar o conjunto de habilidades e conhecimentos capazes de gerar rendimentos maiores para os indivíduos. A denominação como *capital*, em analogia ao capital físico, reflete a ideia de que se trata de um investimento presente com recompensa futura na forma de maior renda e consumo.

Diferentemente do capital físico, no entanto, o capital humano é de natureza intangível: conhecimento, habilidades, experiência, familiaridade com determinada atividade, desempenho cognitivo e, até mesmo, bem-estar e longevidade são propriedades imateriais. Assim, sua mensuração é necessariamente mais desafiadora do que a contagem da quantidade ou do valor monetário de maquinários industriais, por exemplo. Além disso, a identificação das fontes do capital humano – isto é, dos tipos de investimento que promovem os ganhos futuros – também não é trivial.

De modo geral, diferentes noções de educação formal e experiência no trabalho foram elencadas como as principais variáveis associadas a maiores níveis de capital humano. Como consequência, elas estariam associadas a produtividades mais altas e, assim, a rendimentos salariais também maiores. Talvez a mais famosa tentativa de medir esses efeitos seja o modelo salarial de Mincer (1974), que obtém estimativas para o retorno de um ano adicional de estudo e de experiência no trabalho para o salário de um trabalhador a partir de regressões lineares. Mais recentemente, trabalhos baseados em quase-experimentos ou em tratamentos randomizados controlados (RCTs) têm fornecido estimativas causais ainda mais precisas da

¹ Pesquisador do FGV IBRE e Coordenador do Observatório da Produtividade Regis Bonelli.

² Pesquisadora do FGV IBRE.

³ Pesquisador do FGV IBRE.

⁴ Doutoranda em Economia na FGV EPGE e pesquisadora bolsista do FGV IBRE.

resposta de salários e do desempenho escolar a programas e políticas específicos voltados ao desenvolvimento do capital humano.⁵

A despeito dos sucessivos avanços nessa literatura, porém, não há consenso quanto à forma ideal de se medir o capital humano de um indivíduo, muito menos de uma nação. De fato, o contexto específico analisado e o objetivo pretendido com o estudo podem gerar condições que tornem uma metodologia mais adequada do que outra.

Algumas instituições internacionais, como Banco Mundial, *Penn World Table* e *Conference Board*, disponibilizam séries históricas de medidas de capital humano que permitem a comparação entre os países. No entanto, a ampla abrangência dessas medidas impõe a adoção de metodologias mais simples e menos adaptadas ao contexto específico de cada país, e dependentes de um conjunto pequeno (e, assim, mais facilmente observável) de variáveis.

No âmbito nacional, pesquisadores têm buscado construir medidas de capital humano mais aderentes ao contexto brasileiro.⁶ Em particular, as últimas décadas foram marcadas por dois fenômenos importantes no mercado de trabalho brasileiro: por um lado, houve um significativo crescimento da escolarização formal entre os participantes da população ocupada; por outro, os retornos de educação tiveram trajetória de queda. Como se considera que os salários estão associados ao nível de produtividade dos trabalhadores, tal queda nos retornos pode representar uma redução no ganho de produtividade resultante do acúmulo de capital humano. Esses dois fenômenos têm efeitos contraditórios sobre a produtividade agregada da força de trabalho no Brasil, e uma medida apropriada do capital humano no país deve capturar de forma adequada esses efeitos.

Barbosa Filho et al. (2010) analisaram a evolução da PTF no período 1992-2007 utilizando uma medida de capital humano que permitia mensurar tanto a evolução da participação dos diversos níveis de escolaridade e experiência do trabalhador no total de horas trabalhadas como a variação em sua produtividade ao longo do tempo.

⁵ Ver Deming (2022) para uma síntese.

⁶ O Banco Mundial construiu um indicador de capital humano para estimar o acúmulo de habilidades pelos indivíduos até os 18 anos em uma grande amostra de países. Em relatório recente com foco no Brasil (World Bank, 2022), o Banco Mundial estima que um brasileiro médio nascido em 2019 atingirá apenas 60% de todo o seu potencial aos 18 anos.

Silva et al. (2021) construíram o Índice de Qualidade do Trabalho (IQT), baseado em Aaronson e Sullivan (2001), para analisar as mudanças trimestrais na composição da população ocupada no período de 2012 a 2021.⁷

No presente estudo, contribuímos para a literatura sobre capital humano no Brasil de duas formas. Primeiro, construímos uma medida de capital humano com horizonte de tempo mais longo, cobrindo anualmente o período entre 1995 e 2022. Dessa forma, construímos um indicador capaz de capturar os movimentos de natureza estrutural da qualidade da mão de obra brasileira, dada a ampla abrangência temporal dos dados utilizados.

Segundo, adaptamos ao caso brasileiro a metodologia empregada por diversas organizações internacionais para mensuração do capital humano da população ocupada, a exemplo do *Conference Board*, do *Bureau of Labor Statistics* (BLS) dos Estados Unidos, do *Office for National Statistics* (ONS) do Reino Unido e da OCDE.

Nossa medida, que denominamos Índice de Capital Humano (ICH), tem como característica importante o fato de ser derivada de modo compatível com a metodologia usual de decomposição do crescimento econômico. Neste sentido, empregamos o ICH no ajuste do fator trabalho empregado no cálculo da produtividade total dos fatores (PTF) para o Brasil.

Além desta introdução, este trabalho é composto por outras sete seções. Na segunda seção apresentamos uma revisão da metodologia de mensuração do capital humano, discutindo as principais dificuldades envolvidas na construção dos indicadores. Na terceira seção, restringimos nossa atenção a um conjunto de metodologias específicas de indicadores empregados por instituições nacionais e internacionais, discutindo-as em maior detalhe. Na quarta seção, apresentamos a derivação teórica do índice ICH e a metodologia empírica para seu cálculo. A quinta seção descreve a base de dados, a construção da amostra e algumas estatísticas descritivas. Na sexta seção, apresentamos a evolução do ICH entre 1995 e 2022 e o comparamos a medidas utilizadas por algumas instituições internacionais. A sétima seção traz uma aplicação importante do ICH, qual seja, sua incorporação à estimação da PTF. Novamente, comparamos o desempenho do ICH com indicadores utilizados por instituições internacionais. A oitava seção apresenta as considerações finais do estudo.

⁷ Silva et al. (2022) apresentam estimativas do IQT desagregadas por setores econômicos.

2. DISCUSSÃO TEÓRICA DAS MEDIDAS DE CAPITAL HUMANO

A pesquisa em capital humano se dedica à compreensão de como habilidades e competências são desenvolvidas e influenciam o desempenho econômico dos indivíduos. Enquanto importante insumo para o crescimento da atividade econômica e do desenvolvimento de um país, o fator trabalho não é um elemento homogêneo: indivíduos com diferentes níveis de habilidade e conhecimento apresentam produtividades distintas, e isso se traduz tanto em sua contribuição efetiva para a produção, quanto em remunerações diferentes.

Deming (2022) sintetiza em quatro fatos estilizados o estado do conhecimento desenvolvido pela literatura de capital humano: (i) níveis distintos de capital humano explicam uma grande parcela das diferenças nos retornos do trabalho, tanto internamente a um país quanto na comparação entre países; (ii) investimentos em capital humano durante a infância e no início da vida adulta geram retornos econômicos expressivos; (iii) a tecnologia de produção de habilidades fundamentais – como alfabetização e matemática básica – é bem conhecida. A quantidade de recursos disponíveis é que se mostra a principal restrição à expansão dessas iniciativas; e (iv) ainda não há clareza sobre como se dá o desenvolvimento de habilidades mais sofisticadas, tais como resolução de problemas, tomada de decisão e trabalho em equipe, ainda que essas habilidades tenham crescente valor econômico.

Abraham e Mallatt (2022) fornecem uma taxonomia para as diferentes formas de mensuração do capital humano que as classifica em três grupos: abordagem dos indicadores, abordagem da renda e abordagem dos custos. A abordagem dos indicadores tenta capturar o investimento (ou o estoque) de capital humano de um país usando medidas como anos médios de estudo, proporção escolarizada da população, taxa de alfabetização etc. De maneira geral, trabalhos desse tipo adotam alguns indicadores como *proxy* do capital humano, e podem combinar esses indicadores em um índice síntese. Essa é a estratégia mais comumente adotada na literatura e nas estatísticas divulgadas por órgãos internacionais.

A abordagem da renda mede o investimento em capital humano a partir do valor presente esperado da renda futura incremental que pode ser atribuída à escolarização presente. Proposta por Jorgenson e Fraumeni (1989, 1992a, 1992b), essa estratégia adapta ao problema da mensuração do capital humano a ideia de que, em um mercado com informação completa e sem fricções, o preço de um ativo é dado pelo valor presente dos retornos futuros que ele gera. Assim, os investimentos em educação formal são avaliados com base em projeções do valor que irão agregar aos ganhos futuros. Essa abordagem tem como vantagem o fato de expressar

o valor do capital humano em termos monetários, a mesma unidade de medida convencionalmente adotada para o capital físico e o produto, o que facilita sua integração com as Contas Nacionais. Dois importantes exemplos dessa abordagem são fornecidos no *Changing Wealth of Nations (CWON)*, do Banco Mundial, e no *Inclusive Wealth Report (IWR)*, das Nações Unidas (discutido em Liu et al., 2022).

Por fim, a abordagem dos custos computa o investimento em capital humano a partir do valor gasto (pelas famílias e pelos governos) em atividades relacionadas à educação. Essa abordagem consiste em medir os níveis nominais de gastos em educação ao longo do tempo, convertê-los em termos reais e usar tais medidas para construir estimativas da depreciação e do estoque do capital educacional. Pode considerar também o uso de recursos na forma de tempo e não apenas gastos monetários. É uma abordagem relativamente menos adotada, talvez pela dificuldade de se obter os dados necessários para a construção de uma medida dessa natureza em ampla escala.

Neste relatório nos concentraremos em medidas de capital humano do grupo dos indicadores. Mesmo limitados a essa categoria, porém, ainda há significativa diversidade de metodologias possíveis. De forma geral, os trabalhos costumam partir de uma formulação teórica para a função de produção nacional, em que o fator trabalho entra como componente. A noção de capital humano é então incorporada com a modificação da hipótese de homogeneidade do fator trabalho, isto é, considerando-se explicitamente que há n tipos diferentes de trabalho, cada um com produtividade marginal distinta.

Uma decisão metodológica que se coloca, portanto, é a definição de quantos e quais serão os tipos diferentes de fator trabalho considerados. Conforme discute Zoghi (2010), o ideal seria considerar cada trabalhador individual como um tipo particular de insumo trabalho com sua própria medida de capital humano. Claramente, no entanto, essa não é uma estratégia factível. Na prática, os trabalhadores são agregados em grupos com níveis de capital humano – e, portanto, produtividades – semelhantes.

A esse respeito, três questões se colocam: (i) Quais características utilizar para classificar os indivíduos em um mesmo grupo de capital humano? (ii) Qual a quantidade ideal de grupos, isto é, qual o grau de precisão da representatividade de cada grupo no nível de capital humano dos seus membros? (iii) Como medir a produtividade de um indivíduo ou grupo?

Em relação a este último ponto, a dificuldade está no fato de que produtividade ou qualidade do trabalho são características não-observáveis. Para enfrentar esse problema, parte significativa da literatura utiliza o resultado de que, em mercados competitivos para os fatores

de produção, há uma equiparação entre produtividade marginal e salário. Assim, diversos índices de capital humano têm como um de seus componentes alguma estimação de salários preditos como medida da produtividade de cada grupo de trabalhadores, a exemplo de Aaronson e Sullivan (2001), Barbosa Filho et al. (2010), Bosler *et al* (2016) e Stewart (2022).

A escolha de quais variáveis compõem a predição de salários é motivada pelos pontos (i) e (ii): um conjunto de trabalhadores tem aproximadamente o mesmo nível de capital humano se eles são semelhantes nas características que explicam produtividade – e, portanto, que devem compor a predição dos salários.

Zoghi (2010) discorre a respeito de uma série de fatores que estão associados empiricamente a diferenciais de salário, e discute quais deles potencialmente refletem diferenças de produtividade. A autora argumenta que, entre as variáveis ligadas a diferenciais de salário, educação e experiência (ou idade) são as que melhor refletem níveis distintos de produtividade, citando gênero, tipo de ocupação e setor de atividade como potenciais explicações adicionais.

Assim, segundo Zoghi (2010), um conjunto de trabalhadores será agrupado em um mesmo nível de capital humano se todos compartilharem o mesmo nível educacional, experiência e gênero – e, desse modo, terão o mesmo salário predito (a estimativa de produtividade) a partir dessas características. Aaronson e Sullivan (2001) e Silva et al. (2021) utilizam o mesmo conjunto de características na classificação dos trabalhadores.

Bosler *et al* (2016) argumentam que há um *trade-off* entre os pontos (i) e (ii) na escolha das variáveis explicativas da produtividade – ou seja, das características que definem os grupos com diferentes níveis de capital humano. Ao se considerar uma lista mais ampla de características, o R^2 das estimações (quanto da diferença de produtividade as características consideradas conseguem explicar) será mais alto. No entanto, isso leva a um número maior de tipos particulares de trabalhadores (menor grau de agregação), cada um com uma quantidade menor de membros. Em consequência, a precisão das estimativas será inferior (maior o erro-padrão dos coeficientes associados a cada grupo), já que há menos graus de liberdade.

Entre os índices que compartilham a ideia de que salários refletem produtividades e que classificam os trabalhadores em grupos com base em características semelhantes, a forma funcional específica do índice agregado pode diferir. De modo geral, há duas linhas de propostas. De um lado, há os trabalhos que calculam a evolução da qualidade do trabalho como um índice ponderado para o crescimento das horas trabalhadas pela população ocupada. Nesse caso, cada grupo com nível de capital humano distinto recebe um peso de acordo com sua

produtividade (o salário predito), e mudanças na composição do total de horas entre os grupos com capital humano diferente afetam o índice agregado.⁸ A ideia é que uma hora de trabalho mais produtiva contribui mais para o fator trabalho agregado do que uma hora menos produtiva. Esse é o caso dos indicadores elaborados pelo *Conference Board* (De Vries e Erumban, 2022) e pelo *Bureau of Labor Statistics* (Zoghi, 2010; Stewart, 2022).

A outra abordagem constrói uma medida de capital humano com base na variação de uma média ponderada dos diferentes salários preditos e, nesse caso, os pesos são dados pela participação das horas trabalhadas de cada grupo com nível distinto de capital humano no total de horas trabalhadas da população ocupada. Aaronson e Sullivan (2001), Bosler *et al* (2016), Barbosa Filho *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2021) são exemplos de trabalhos que empregam essa abordagem.

Em síntese, as duas estratégias são agregações alternativas para as características de cada grupo, isto é, de cada nível de capital humano: a primeira estratégia toma a média das horas trabalhadas, com ponderação pela produtividade (salários), enquanto a segunda estratégia toma a média das produtividades (salários), ponderando pela participação nas horas trabalhadas.

Por fim, uma questão metodológica adicional diz respeito aos retornos estimados, isto é, aos coeficientes associados às características dos trabalhadores que se traduzem em maior produtividade – notadamente educação. Alguns índices trabalham com valores fixos para os parâmetros dos retornos, como é o caso da *Penn World Table* (PWT). Por outro lado, os índices construídos a partir de microdados de modo geral atualizam os coeficientes, usando a amostra mais recente para estimar novamente a regressão de salários.⁹

O quadro com a síntese de todos os estudos discutidos nesta seção está no Anexo C.

⁸ De forma mais precisa, como veremos, a ponderação de cada grupo é dada pela sua participação no total de pagamentos ao fator trabalho, isto é, a fração do grupo na massa salarial total (predita ou observada).

⁹ Botev *et al* (2019) destacam que a ocorrência de uma grande variação ao longo do tempo nos retornos da educação é fenômeno observado em diversos países. Eles argumentam que admitir tal variação de retornos nas estimativas de capital humano é fundamental para que essas medidas capturem adequadamente a evolução da produtividade da mão de obra.

3. MEDIDAS DE CAPITAL HUMANO

Nesta seção, apresentamos em maior detalhe a metodologia de cinco medidas de capital humano utilizadas por organismos internacionais e nacionais. Esses índices são adotados amplamente por pesquisadores acadêmicos para ajuste do fator trabalho em estimações da produtividade total dos fatores (PTF).

3.1. Penn World Table

A *Penn World Table (PWT)* é uma base de dados mantida pela Universidade da Califórnia – Davis e pela Universidade de Groningen que, há mais de 40 anos, consolida dados sobre o PIB e os demais componentes das Contas Nacionais de um grande conjunto de países, tornando-os comparáveis a partir de conversões que usam taxas de câmbio corrigidas pela paridade do poder de compra (PPP).¹⁰ A versão mais recente da PWT possui séries históricas que cobrem o período entre 1950 e 2019 em frequência anual.

A PWT possui um índice de capital humano calculado de forma bastante simples, com base na média dos anos de escolaridade da população com idade entre 15 e 75 anos, obtidos da base de dados de Barro e Lee (2013). Esses autores divulgaram a média de anos de escolaridade para cada país com um intervalo de 5 anos entre cada observação, para o período entre 1950 e 2010. Para o índice da PWT, o valor para os anos não divulgados foi construído por interpolação linear.

O índice de capital humano da PWT é construído com a imposição de taxas de retorno da educação constantes ao longo do tempo para cada nível educacional. Os valores dos parâmetros são oriundos de estimações de regressões de Mincer realizadas por Psacharopoulos (1994). São admitidos retornos marginais decrescentes no estudo, mas os parâmetros são constantes em todos os períodos da amostra. Denotando por e_t a média de anos de escolaridade do país no ano t , o índice de capital humano da PWT (ICH^{PWT}) é dado por:

$$ICH_t^{PWT} = \begin{cases} 0,134 \times e_t, & se\ e_t \leq 4 \\ 0,134 \times 4 + 0,101 \times (e_t - 4), & se\ 4 < e_t \leq 8 \\ 0,134 \times 4 + 0,101 \times 4 + 0,068 \times (e_t - 8), & se\ e_t > 8 \end{cases} \quad (1)$$

¹⁰ Feenstra et al. (2015).

3.2. Conference Board Total Economy Database

A *Total Economy Database (TED)* do *Conference Board* é uma ampla base de dados com informações sobre PIB, emprego e componentes do crescimento (quantidade e qualidade do fator trabalho, serviços de capital e PTF) para 123 países.

A metodologia utilizada distingue a contribuição do fator trabalho entre *quantidade*, representada pelo total de horas trabalhadas, e *qualidade*, que captura efeitos de composição entre grupos de trabalhadores com diferentes níveis de capital humano.¹¹ Para isso, a força de trabalho é separada em grupos conforme a escolaridade, que serve de *proxy* para o nível de habilidade (capital humano). Denotando por ICH^{CB} a qualidade do trabalho divulgada pelo Conference Board, sua taxa de crescimento, medida pela diferença do log, é obtida a partir da expressão:

$$\Delta \ln(ICH_t^{CB}) = \sum_l (s_t^l \times \Delta \ln H_t^l) - \Delta \ln \left(\sum_l H_t^l \right), \quad (2)$$

em que H_t^l é o total de horas trabalhadas pelo grupo de escolaridade l no período t , e s_t^l mede a participação do grupo l na massa salarial total no período t .¹² Assim, o crescimento da qualidade do trabalho é medido como a diferença entre a soma ponderada por s_t^l do crescimento de horas de cada grupo de escolaridade (primeiro termo) e o crescimento no total de horas trabalhadas por todos os grupos (segundo termo), o que captura mudanças na composição entre os grupos e dá mais peso aos grupos com maior participação na massa salarial.

A TED divulga dados de qualidade do trabalho em frequência anual, cobrindo o período entre 1990 e 2022.

3.3. Bureau of Labor Statistics

O Bureau of Labor Statistics (BLS) é o órgão responsável pelas estatísticas relacionadas ao mercado de trabalho nos Estados Unidos. Ele oferece como medida de capital humano o *Labor Composition Index* (Índice de Composição do Trabalho). A metodologia desse índice (detalhadamente descrita em Zoghi, 2010) se assemelha, em termos gerais, ao calculado pelo

¹¹ Ver De Vries e Erumban (2022).

¹² Mais precisamente, s_t^l é a média nos últimos dois anos da participação do grupo l na massa salarial total, não apenas o valor no ano corrente. São usados salários observados sempre que possível, e salários preditos com base em anos médios de estudo quando há dados faltantes para dado grupo ou período (De Vries e Erumban, 2022).

Conference Board: o crescimento do total de horas trabalhadas é segmentado por grupos de trabalhadores com níveis diferentes de capital humano e ponderado conforme a participação de cada grupo na massa salarial total. Em relação ao *Conference Board*, no entanto, a classificação dos trabalhadores entre os distintos grupos se dá de forma mais fina, usando informações não apenas sobre escolaridade, mas também sobre idade/experiência e gênero.¹³

Os trabalhadores são segmentados conforme seu gênero, o total de anos de experiência e sete grupos de escolaridade.¹⁴ Para cada gênero e para cada período da amostra, regressões para o log do salário-hora são estimadas contra experiência, experiência ao quadrado, indicadores de grupo de estudo e algumas variáveis de controle.¹⁵ Salários preditos de cada grupo são obtidos usando apenas os coeficientes estimados para educação e o termo de primeira ordem de experiência. O crescimento do insumo trabalho ajustado pela composição é calculado a partir da seguinte expressão:

$$\Delta L_t = \sum_j \left(\frac{s_{h_{j,t}} + s_{h_{j,t-1}}}{2} \right) \Delta \ln h_{j,t}, \quad (3)$$

em que $h_{j,t}$ representa o total de horas trabalhadas pelo grupo j no período t , e $s_{h_{j,t}}$ é a participação do grupo j na massa salarial do período t . O valor de s é calculado usando os salários preditos de cada período e o crescimento das horas de cada grupo é ponderado pela média da participação na massa salarial desse grupo entre os dois períodos. Assim, temos:

$$\Delta L_t = \sum_j \left[\frac{1}{2} \times \left(\frac{\hat{w}_{j,t} \times h_{j,t}}{\sum_j (\hat{w}_{j,t} \times h_{j,t})} + \frac{\hat{w}_{j,t-1} \times h_{j,t-1}}{\sum_j (\hat{w}_{j,t-1} \times h_{j,t-1})} \right) \times \ln \left(\frac{h_{j,t}}{h_{j,t-1}} \right) \right], \quad (4)$$

em que $\hat{w}_{j,t}$ representa o salário predito do grupo j usando os coeficientes estimados a partir da regressão do período t . O crescimento do Índice de Composição do Trabalho é dado pela diferença entre o crescimento do fator trabalho ajustado, ΔL_t , e o crescimento das horas trabalhadas, ΔH_t :

$$\Delta LC_t = \Delta L_t - \Delta H_t, \quad (5)$$

¹³ O *Labor Composition Index* tem frequência anual. Ver Bureau of Labor Statistics (2023). Stewart (2022) faz algumas adaptações metodológicas para implementar versão semelhante do índice para os Estados Unidos em frequência trimestral.

¹⁴ São eles: 0 a 4 anos de estudo, 5 a 8 anos de estudo, 9 a 11 anos de estudo, exatamente 12 anos de estudo, 13 a 15 anos de estudo, exatamente 16 anos de estudo e 17 ou mais anos de estudo.

¹⁵ São inseridas *dummies* para trabalho de meio-período, veterano das Forças Armadas, para área urbana central, e sete indicadores de região do país.

em que $\Delta H_t = \ln\left(\frac{\sum_j h_{j,t}}{\sum_j h_{j,t-1}}\right)$.

3.4. Aaronson e Sullivan (2001)

Um indicador de capital humano construído por pesquisadores do Federal Reserve Bank of Chicago (Aaronson e Sullivan, 2001) também se tornou referência na literatura. O crescimento da qualidade do trabalho é entendido como o aumento no fator trabalho decorrente da maior produtividade dos integrantes da população ocupada. O índice proposto por Aaronson e Sullivan (2001) considera variáveis de escolaridade, experiência e gênero para a classificação dos trabalhadores entre grupos de distinta produtividade. Bosler et al. (2016) usam a medida de Aaronson e Sullivan (2001) somente com educação e experiência.

A medida proposta de crescimento da qualidade da força de trabalho se baseia na estimação dos retornos de um ano adicional de educação ou de experiência, bem como os diferenciais de retornos entre homens e mulheres. O crescimento da qualidade do trabalho é dado pela aplicação de tais retornos estimados às mudanças na composição de escolaridade e experiência acumuladas pela população ocupada ao longo do tempo, com base em regressões de Mincer.

Usando dados da *Current Population Survey* (CPS) dos Estados Unidos, os autores estimam, para cada ano t no período entre 1964 e 2000, a seguinte regressão:

$$\ln(W_{it}) = \sum_{j=2}^5 \alpha_{j,t} S_{ijt} + \sum_{k=1}^4 \beta_{kt} E_{it}^k + \sum_{k=1}^4 \gamma_{kt} F_{it} E_{it}^k + \phi_t F_{it} + \mathbf{X}_{it} \delta_t + \varepsilon_{it}, \quad (6)$$

em que a W_{it} é o salário-hora do trabalhador i no ano t , S_{ijt} é uma variável *dummy* que assume valor 1 se o trabalhador i pertence ao grupo educacional j no ano t (e 0 caso contrário), E_{it} é a experiência potencial (que aparece na regressão em um polinômio de ordem quatro), F_{it} é uma variável indicadora para trabalhadoras do sexo feminino e \mathbf{X}_{it} representa um vetor de variáveis de controle.¹⁶

A interação da variável de gênero com o polinômio da experiência é motivada pelo fato de que, em função da maternidade, as mulheres tendem a sofrer interrupções mais frequentes e

¹⁶ São cinco grupos de escolaridade empregados: ensino médio incompleto, ensino médio completo, ensino superior incompleto, ensino superior completo e pós-graduação. As variáveis de controle incluem raça, estado civil e uma *dummy* para trabalho de meio-período.

mais duradouras na sua participação no mercado de trabalho do que os homens. Tais interrupções levariam a uma superestimação da experiência potencial, podendo causar viés no valor estimado dos parâmetros.

Tendo as estimativas dos parâmetros da Equação (6) para cada ano da amostra, os autores calculam os salários preditos conforme a expressão abaixo, em que \widehat{W}_{it}^s corresponde ao salário-hora real predito, de acordo com os coeficientes estimados do período s , para o indivíduo i que foi observado no ano t :

$$\widehat{W}_{it}^s = \exp \left(\sum_{j=2}^5 \hat{\alpha}_{j,s} S_{ijt} + \sum_{k=1}^4 \hat{\beta}_{ks} E_{it}^k + \sum_{k=1}^4 \hat{\gamma}_{ks} F_{it} E_{it}^k + \hat{\phi}_s F_{it} \right). \quad (7)$$

O índice de Aarson e Sullivan (2001) é obtido calculando-se o crescimento do salário médio predito a cada dois períodos, ponderando a participação de cada trabalhador por seu peso amostral da CPS ajustado pela participação no total de horas trabalhadas. Mais precisamente, os autores calculam os seguintes pesos:

$$\tilde{\omega}_{it} = \frac{\omega_{it} h_{it}}{\sum_j \omega_{jt} h_{jt}}, \quad (8)$$

em que ω_{it} é o peso do indivíduo i na CPS do ano t e h_{it} é sua quantidade de horas trabalhadas. Assim, enquanto a ponderação por ω seria correta para se calcular o resultado para o “trabalhador médio” da economia americana, o uso do peso $\tilde{\omega}$ permite calcular a produtividade da hora média trabalhada, levando em consideração que há trabalhadores que ofertam mais horas do que outros.

O crescimento do indicador de qualidade do trabalho (medido com uso do salário predito) é calculado admitindo-se apenas variações na composição das características da população ocupada, empregando-se retornos constantes entre dois períodos adjacentes. Nesse sentido, a variação da qualidade do trabalho (dQ) entre dois anos pode ser obtida a partir de duas medidas:

$$dQ_t^0 = \frac{\sum_i \tilde{\omega}_{it} \widehat{W}_{it}^{t-1}}{\sum_i \tilde{\omega}_{it-1} \widehat{W}_{it-1}^{t-1}} \quad dQ_t^1 = \frac{\sum_i \tilde{\omega}_{it} \widehat{W}_{it}^t}{\sum_i \tilde{\omega}_{it-1} \widehat{W}_{it-1}^t} \quad (9)$$

Em ambos os casos, têm-se razões do salário médio entre t e $t - 1$, quando os retornos são mantidos constantes e as quantidades variam. Em dQ_t^0 , o superscrito da variável \widehat{W} indica que são usados os retornos estimados de $t - 1$ para predição do salário tanto no numerador

quanto no denominador, enquanto a composição das características (educação, experiência e gênero), indicadas pelo subscripto, variam entre os dois períodos. Já em dQ_t^1 , são usados os retornos de t para a predição dos salários de cada um dos dois períodos. Como a escolha do período para os retornos é arbitrária, Aaronson e Sullivan (2001) propõem a adoção da média geométrica dessas duas medidas, de forma semelhante a um Índice de Fisher:

$$dQ_t = \sqrt{dQ_t^0 \times dQ_t^1}. \quad (10)$$

O valor do índice é finalmente obtido pelo encadeamento das variações calculadas conforme a Equação (10), partindo-se da normalização de valor 100 para o período inicial.

3.5. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)

Pesquisadores do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) recentemente empregaram a metodologia proposta por Aaronson e Sullivan (2001) para calcular um índice de qualidade do trabalho – que denominaram IQT – para o Brasil (Silva *et al*, 2021).¹⁷ Nesse trabalho, os autores utilizaram dados da PNAD Contínua entre os anos de 2012 e 2020 em frequência trimestral, o que permitiu cobrir fenômenos de natureza conjuntural, com destaque para os impactos da pandemia de Covid-19.

Em relação à metodologia de Aaronson e Sullivan, algumas alterações foram necessárias para a adaptação ao contexto brasileiro. A principal diz respeito aos grupos de anos de estudo definidos. Foram eles: menos de 1 ano de estudo, 1 a 4 anos de estudo, 5 a 8 anos, 9 a 11 anos, 12 a 15 anos e 16 ou mais anos de estudo, totalizando seis grupos. Silva *et al* (2021) não utilizam variáveis de controle adicionais (isto é, eliminam o termo $\mathbf{X}_{it} \delta_t$ da Equação 6). Além disso, em vez de empregarem uma variável indicadora F_{it} , os autores estimam as regressões de Mincer separadas por gênero.¹⁸

¹⁷ Ver também Silva *et al* (2022) para uma divulgação mais recente do IQT com uma desagregação setorial.

¹⁸ Como consequência, os coeficientes associados aos grupos de escolaridade também passam a ser diferentes entre homens e mulheres.

4. METODOLOGIA

Nesta seção, descrevemos o cálculo do Índice de Capital Humano (ICH), em frequência anual, usando dados brasileiros. Seguimos a metodologia adotada por diversas instituições internacionais, a exemplo do *Bureau of Labor Statistics* (Estados Unidos), do *Office for National Statistics* (Reino Unido) e do *Conference Board*. Essa metodologia também é a recomendada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em seu manual de produtividade.¹⁹ De modo geral, seguimos o método descrito em Zoghi (2010), que detalha a mensuração da qualidade do trabalho pelo BLS para os Estados Unidos, também fazendo uso de microdados obtidos a partir de pesquisas amostrais do mercado de trabalho. No entanto, adaptações são necessárias ao caso brasileiro, que são relatadas a seguir.

Como discutido na Seção 2, a incorporação de capital humano aos modelos econômicos é dada pela flexibilização da hipótese de homogeneidade do fator trabalho, L . Em vez disso, são considerados explicitamente n tipos distintos de trabalho como insumos para a função de produção. Denotando por Y o produto, A a produtividade total dos fatores, K o estoque de capital e H_i o total de horas trabalhadas pelo fator trabalho do tipo i , tem-se:

$$Y_t = F(A_t, K_t, H_{1t}, \dots, H_{nt}). \quad (11)$$

A função de produção pode ser aproximada a partir de uma log-linearização, de modo a explicitar a forma como variações nos insumos afetam o produto. Adotando a notação $\Delta x_t = \ln(X_t) - \ln(X_{t-1})$, temos:

$$\Delta y_t = \varepsilon_A \Delta a_t + \varepsilon_K \Delta k_t + \sum_{i=1}^n \varepsilon_{H_i} \Delta h_i, \quad (12)$$

em que

$$\varepsilon_X = \frac{\partial F}{\partial X} \frac{X}{Y} \quad (13)$$

é a elasticidade do produto ao insumo X .

O componente final da Equação (12) – a contribuição dos diversos tipos de trabalho ao crescimento do produto – pode ser decomposto em duas partes: o crescimento do total de horas trabalhadas por todos os tipos de trabalhadores e a mudança na composição do total de horas entre os diversos grupos:

¹⁹ Ver OCDE (2001).

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_{Hi} \Delta h_i = \left(\sum_{j=1}^n \varepsilon_{Hj} \right) \times \left[\Delta h + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\frac{\partial F}{\partial H_i} H_i}{\left(\sum_{j=1}^n \frac{\partial F}{\partial H_j} H_j \right)} \times (\Delta h_i - \Delta h) \right) \right], \quad (14)$$

em que $\Delta h_t = \log(\sum_i H_{it}) - \log(\sum_i H_{i,t-1})$ é o crescimento do total de horas. O segundo termo dentro dos colchetes mede a mudança na composição das horas trabalhadas entre os tipos de fator trabalho com produtividades distintas. A ponderação dada a cada tipo depende de sua produtividade marginal, $\partial F / \partial H_i$, que não é observável.

Sob mercados competitivos, a produtividade marginal da hora trabalhada é igual ao seu salário. Isso permite reescrever o segundo termo dentro dos colchetes na Equação (14) como:

$$\sum_{i=1}^n \frac{W_i H_i}{\left(\sum_{j=1}^n W_j H_j \right)} \times (\Delta h_i - \Delta h). \quad (15)$$

Conforme explicam Bosler et al (2016), os efeitos de composição capturados pela Equação (15) são responsáveis por levar o crescimento do fator trabalho agregado, Δl , a ser maior ou menor do que o crescimento no total de horas trabalhadas, Δh , a depender de como a participação de grupos mais ou menos produtivos se alterar. Por isso, essa medida é uma forma de mensurar o crescimento do capital humano.

Para a implementação prática desse indicador, a primeira etapa consiste em estabelecer quantos e quais serão os tipos de insumo trabalho que compõem a função de produção. Classificamos cada trabalhador i em um grupo $g \in \{1, \dots, G\}$, que é definido como uma das possíveis combinações distintas de escolaridade, experiência e gênero.

Para obter o salário de cada grupo, W_g , estimamos, usando OLS e separadamente por gênero, a seguinte regressão de Mincer para cada ano t :²⁰

$$\ln(W_{it}) = \alpha_t + \sum_{j=2}^6 \beta_{jt} \mathbb{1}[esc_{it} = j] + \gamma_{1t} exper_{it} + \gamma_{2t} exper_{it}^2 + \varepsilon_{it}, \quad (16)$$

em que W_{it} representa o salário-hora real (a preços de setembro de 2022) do indivíduo i no ano t , $\mathbb{1}[\cdot]$ é uma função indicadora que assume valor 1 quando a condição dentro dos colchetes é verdadeira (e valor 0 caso contrário), esc_{it} representa o grupo de escolaridade (anos de estudo) e $exper_{it}$ é a experiência potencial (em anos).

²⁰ Usamos os pesos amostrais das pesquisas (PNAD até 2011, PNAD Contínua a partir de 2012) para que os resultados sejam representativos da população ocupada a cada período. As tabelas com os resultados das estimações podem ser visualizadas no Anexo A.

A variável de escolaridade atribui cada indivíduo a um de 6 grupos: o grupo de referência, com menos de 1 ano de estudo ($j = 1$); 1 a 4 anos de estudo ($j = 2$); 5 a 8 anos ($j = 3$); 9 a 11 anos ($j = 4$); 12 a 15 anos ($j = 5$); ou 16 ou mais anos de estudo ($j = 6$). A variável de experiência é calculada indiretamente a partir da idade e da escolaridade do indivíduo:²¹

$$exper_{it} = \begin{cases} idade_{it} - (anos\ de\ estudo_{it} + 6), & \text{se } anos\ de\ estudo_{it} \geq 9 \\ idade_{it} - 15, & \text{caso contrário} \end{cases}. \quad (17)$$

Tendo os coeficientes da Equação (16) estimados para cada ano e gênero, prosseguimos para o cálculo dos salários preditos de cada indivíduo na amostra. A expressão abaixo para \widehat{W}_{it}^s corresponde ao salário-hora real predito, de acordo com os coeficientes estimados do período s , para o indivíduo i que foi observado no ano t :

$$\widehat{W}_{it}^s = \exp\{\hat{\alpha}_s + \sum_{j=2}^6 \hat{\beta}_{js} \mathbb{1}[esc_{it} = j] + \hat{\gamma}_{1t} exper_{it}\}. \quad (18)$$

Segundo Zoghi (2010), o termo $exper^2$ não entra na predição, apenas na estimação. Vale ressaltar que indivíduos de um mesmo grupo (mesmo gênero, escolaridade e experiência) terão salários preditos iguais. O salário predito a partir dos coeficientes do período s para o grupo g é representado por \widehat{W}_g^s .

Na medida agregada de crescimento da qualidade da força de trabalho dada na Equação (15), cada grupo é ponderado conforme sua participação na massa salarial. Tendo o salário predito de cada grupo g e ano t , calculamos:

$$\hat{s}_{gt} = \frac{\widehat{W}_g^t \times H_{gt}}{\sum_j \widehat{W}_j^t \times H_{jt}}. \quad (19)$$

O termo H_{gt} representa o total de horas trabalhadas pelo grupo g no ano t , usando o peso amostral de expansão da pesquisa subjacente (PNAD ou PNAD Contínua). A ponderação dada ao grupo g em um dado período, \hat{s}_{gt} , será maior conforme seu salário predito e seu total de horas trabalhadas. Desse modo, contribuem mais para o fator trabalho agregado os grupos de trabalhadores mais produtivos (maior \widehat{W}) e com mais horas trabalhadas (maior H).

²¹ Corrigimos para $exper_{it} = 0$ quando a fórmula resulta em valor negativo.

A derivação teórica do crescimento do capital humano supõe que, entre dois períodos, o peso de cada grupo não varia. Assim, para a implementação prática, o peso que efetivamente pondera cada grupo, p_{gt} , é a média da participação na massa salarial predita entre os dois anos comparados, isto é:

$$p_{gt} = \frac{\hat{S}_{gt} + \hat{S}_{g,t-1}}{2} = \left(\frac{\hat{W}_g^t \times H_{gt}}{\sum_j \hat{W}_j^t \times H_{jt}} + \frac{\hat{W}_g^{t-1} \times H_{g,t-1}}{\sum_j \hat{W}_j^{t-1} \times H_{j,t-1}} \right) \times \frac{1}{2}. \quad (20)$$

O crescimento do fator trabalho agregado (com diferentes níveis de capital humano) corresponde ao termo entre colchetes na Equação (14), isto é, à variação na quantidade de horas trabalhadas por cada grupo ponderada conforme os pesos acima. Na prática, portanto, o crescimento do fator trabalho agregado é dado por:

$$\Delta l_t = \sum_{g=1}^G (p_{gt} \times \Delta h_{gt}). \quad (21)$$

A variação do Índice de Capital Humano (ΔICH) é obtida pela diferença entre o crescimento do fator trabalho agregado e o crescimento do total (não ponderado) de horas trabalhadas, como na Equação (15):

$$\Delta ICH_t = \Delta l_t - \Delta h_t, \quad (22)$$

em que $\Delta h_t = \log(\sum_g H_{gt}) - \log(\sum_g H_{g,t-1})$. Por fim, o índice ICH é obtido pelo encadeamento das variações calculadas, partindo da normalização $ICH_t = 100$ para o período inicial:

$$ICH_t = ICH_{t-1} \times \exp(\Delta ICH_t). \quad (23)$$

5. DADOS E AMOSTRA

Nesta seção, descrevemos os aspectos práticos associados à estimação do ICH – Índice de Capital Humano – para o Brasil. No presente estudo, empregamos os microdados trimestrais da PNAD Contínua e os microdados anuais da antiga PNAD. Apesar de apresentarem algumas diferenças importantes, ambas pesquisas são focadas em variáveis relacionadas ao mercado de trabalho e à educação, cobrindo, portanto, as dimensões necessárias para a estimação de uma medida de capital humano: rendimentos de todos os trabalhos, horas trabalhadas, escolaridade, experiência e gênero.

A compatibilização entre a antiga PNAD, que foi descontinuada em 2015, e a metodologia mais recente da PNAD Contínua (PNADC) nos permite construir uma amostra de horizonte mais longo, cobrindo anualmente o período entre 1995 e 2022. A PNAD Contínua tem abrangência mais ampla e frequência trimestral, mas foi iniciada apenas em 2012. Adotamos os dados anuais da antiga PNAD para o período entre 1995 e 2011 após uma compatibilização com a PNAD Contínua baseada em Vaz e Barreira (2021). A partir de 2012, passamos a utilizar os dados referentes ao terceiro trimestre divulgados na PNAD Contínua.²²

Uma vez que precisamos de informações sobre os salários dos indivíduos, restringimos nossa amostra à população ocupada. Além disso, eliminamos da amostra os indivíduos com informação faltante sobre idade ou valor dos rendimentos. Como a variável utilizada nas regressões é o salário-hora, também foram desconsiderados aqueles que apresentavam horas trabalhadas nulas em algum período. Dado que a antiga PNAD apenas reporta informações sobre rendimentos e horas habituais, também restringimos a análise com dados da PNAD Contínua a essa categoria de variáveis. Para o deflacionamento das variáveis nominais de ambas as pesquisas, o índice utilizado foi o IPCA, em razão da estabilidade de sua metodologia ao longo de todo o período da amostra.²³

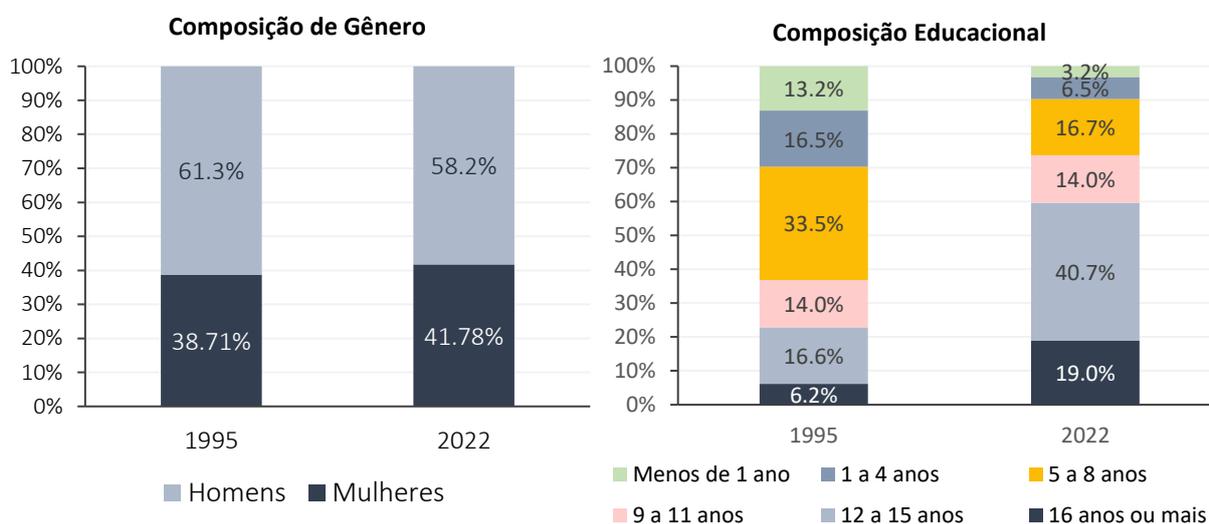
A amostra utilizada neste estudo é composta por mais de 5 milhões de observações que representam, com os pesos amostrais, cerca de 80 milhões de trabalhadores brasileiros por ano, em média, entre 1995 e 2022. O Gráfico 1 mostra as mudanças na composição educacional e de gênero da amostra entre 1995 e 2022.

²² Os dados do 3º trimestre na PNAD Contínua são utilizados como representativos do ano todo em nossa série anual. A escolha pelo 3º trimestre se deu em razão de a coleta de dados da antiga PNAD ocorrer nessa época do ano. Assim, a transição entre as pesquisas se torna mais suave.

²³ O uso dos deflatores próprios de cada pesquisa cria dificuldades na compatibilização entre elas, visto que as metodologias adotadas são distintas. Assim, houve a escolha pelo uso de um índice de preços comum em toda a amostra.

No período avaliado, a composição educacional do mercado de trabalho passou por expressivas mudanças. Trabalhadores com 5 a 8 anos de estudo tiveram sua participação na população ocupada caindo de 33,5% em 1995 para 16,7% em 2022. Em contrapartida, a participação daqueles com 16 anos de estudo ou mais cresceu de 6,2% para 19% no mesmo período. Aqueles com menos de 1 ano de estudo, que representavam 13,2% da população ocupada em 1995, passaram a representar apenas 3,2% em 2022. De modo geral, as participações das faixas de escolaridade mais baixas vêm decaindo ao passo que as faixas mais altas vêm crescendo. Veloso et al. (2021) mostra que essas mudanças de composição educacional geraram importantes transformações no mercado de trabalho, impactando principalmente os níveis de informalidade, desemprego e rendimento do trabalho.

Gráfico 1 – Composição de gênero e escolaridade da amostra: 1995 e 2022



Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e PNAD Contínua.

Em relação à composição de gênero da amostra, entre 1995 e 2022 houve um pequeno crescimento da participação feminina, que passou de 38,71% para 41,78%. Vale ressaltar que essas estatísticas foram geradas a partir da amostra construída. Elas devem ser analisadas com cautela devido ao fato de que incluímos na amostra apenas indivíduos que apresentavam informações para todas as variáveis requeridas no modelo.

6. RESULTADOS

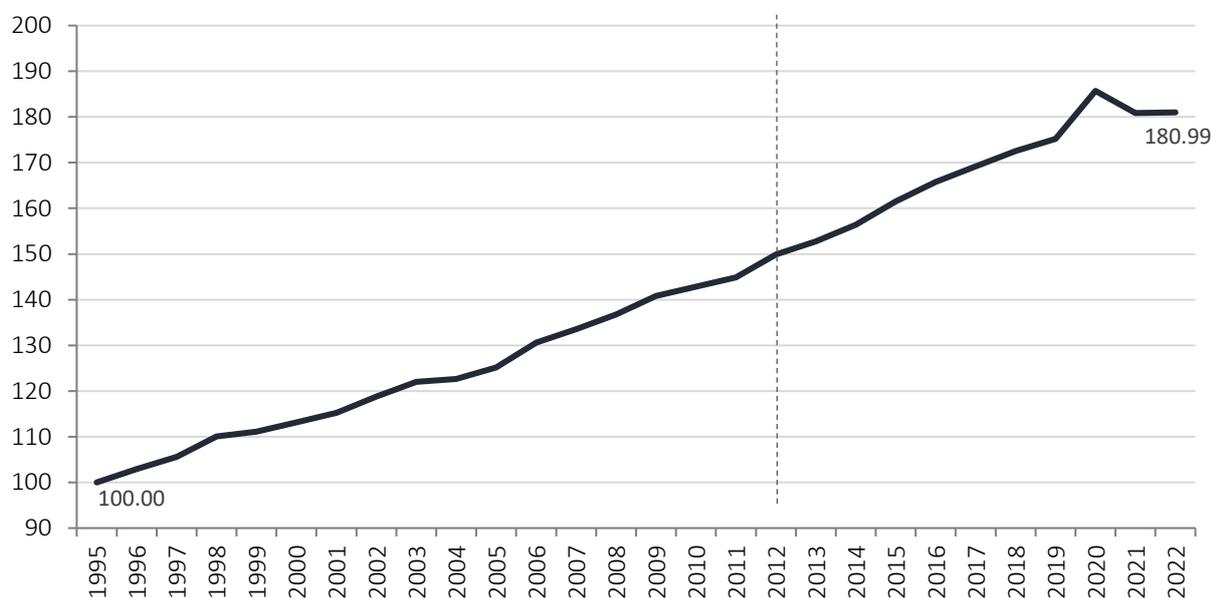
Esta seção apresenta a evolução do ICH de 1995 a 2022 e faz uma comparação com outros indicadores de capital humano.

6.1. Índice de Capital Humano (ICH)

A trajetória estimada para o ICH de 1995 a 2022 é apresentada no Gráfico 2.²⁴ A Tabela 1 ilustra o valor do índice e sua variação em períodos selecionados.²⁵ A série apresenta trajetória de significativo crescimento no período, assumindo um patamar 80,99 pontos superior em 2022 na comparação com 1995, o que corresponde a uma variação anual média de 2,20%.²⁶

Tal crescimento resulta de um acúmulo de anos de estudo e experiência da população ocupada e mudanças de composição em favor de grupos mais qualificados. Esse último efeito é especialmente notável em 2020, quando a pandemia de Covid-19 provocou a queda da participação relativa de grupos de menor escolaridade e experiência na população ocupada (efeito composição).

Gráfico 2 – Evolução do ICH – 1995 a 2022. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)



Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua. Série completa está na Tabela B1.

²⁴ Os resultados das estimações podem ser visualizados no anexo A.

²⁵ A Tabela B1, no Apêndice B, apresenta o valor do ICH para todos os anos no período 1995-2022.

²⁶ A taxa de crescimento é calculada como a diferença anual média do log.

Tabela 1 – ICH – Anos selecionados. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)

Ano	ICH
1995	100,00
1997	105,62
1999	111,08
2001	115,25
2003	122,01
2005	125,14
2007	133,52
2009	140,78
2011	144,86
2013	152,79
2014	156,37
2015	161,53
2016	165,78
2017	169,17
2019	175,20
2020	185,71
2021	180,85
2022	180,99
$\Delta\%$ 1995 - 2003	2,49%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	2,26%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	2,92%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	1,84%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	1,08%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	2,20%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua. Série completa está na Tabela B1. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

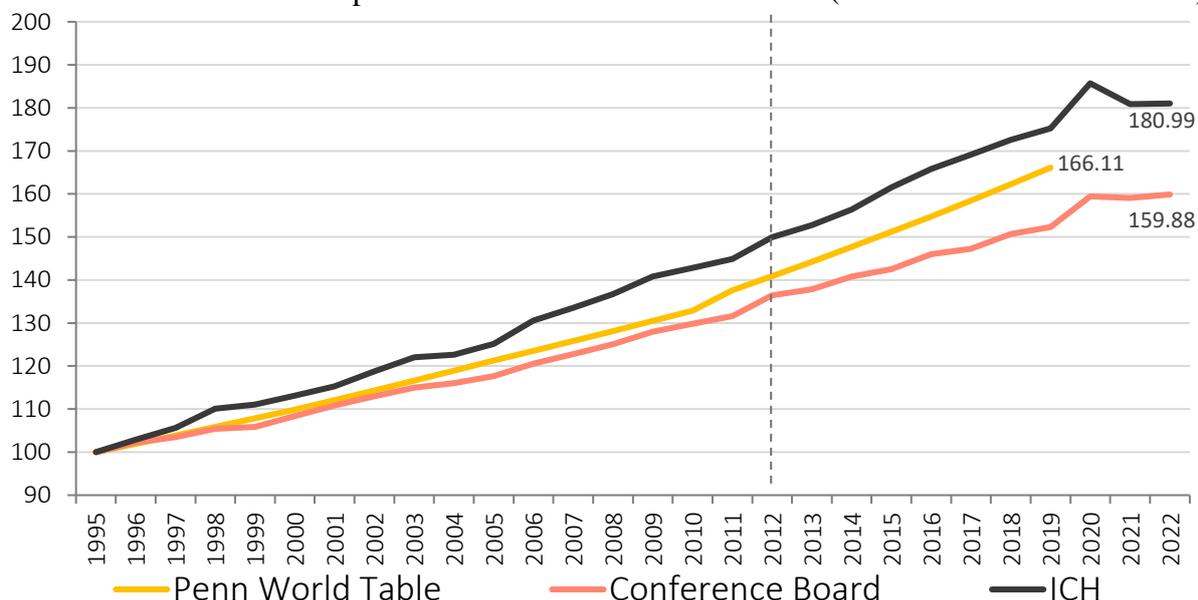
6.2. Comparação do ICH com outras medidas de capital humano

Com o intuito de analisar o impacto das diferenças metodológicas entre os variados esforços de mensurar a evolução do capital humano no Brasil, apresentamos a seguir a comparação do índice ICH que calculamos com algumas medidas de organizações internacionais.

Tanto a *Penn World Table* (PWT) quanto a *Total Economy Database* (TED - *Conference Board*) fornecem as séries calculadas para o capital humano brasileiro conforme as metodologias descritas na Seção 3. Em relação a essas duas medidas, o ICH não sofre as limitações que emergem da necessidade de se calcular um mesmo índice para diversos países. Deste modo, para o ICH, conseguimos empregar categorias mais desagregadas de tipos de mão de obra, que emergem da separação de grupos baseados em escolaridade, experiência e gênero, e medimos a variação nos retornos dessas características em termos de produtividade ao longo do tempo a partir das regressões com microdados (Equação 16).

O Gráfico 3 e a Tabela 2 comparam a trajetória do ICH com as séries de capital humano da PWT e TED (Conference Board) para o período entre 1995 e 2022.²⁷

Gráfico 3 – Medidas de Capital Humano – 1995 a 2022. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)



Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, e séries divulgadas pela PWT e pela TED do *Conference Board*. Série completa está no Anexo, Tabela B1.

Tabela 2 – Medidas de Capital Humano. Anos selecionados. Número-índice (1995 = 100).

Ano	ICH	PWT	TED CB
1995	100,00	100,00	100,00
1997	105,62	103,85	103,48
1999	111,08	107,84	105,87
2001	115,25	112,09	110,82
2003	122,01	116,60	114,96
2005	125,14	121,29	117,63
2007	133,52	125,81	122,76
2009	140,78	130,50	128,00
2011	144,86	137,61	131,64
2013	152,79	144,24	137,81
2015	161,53	151,19	142,50
2017	169,17	158,48	147,23
2019	175,20	166,11	152,32
2020	185,71	-	159,42
2021	180,85	-	159,07
2022	180,99	-	159,88
$\Delta\%$ 1995 - 2003	2,49%	1,92%	1,74%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	2,26%	2,15%	1,84%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	2,92%	2,35%	1,82%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	1,84%	2,35%	1,41%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	1,08%	-	1,61%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	2,20%	2,11%*	1,74%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua. Série completa está na Tabela B1.

As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

* Variação média entre 1995 e 2019.

²⁷ A PWT só tem dados disponíveis até 2019.

As três séries apresentam trajetórias semelhantes, com crescimento significativo ao longo do período. O capital humano medido pelo ICH acumula alta maior do que os demais índices. Isso provavelmente se deve ao fato de ele ser o único entre os três a incorporar ganhos de produtividade associados ao aumento da participação de grupos com maior experiência na população ocupada, e não apenas maior escolaridade. Entre 1995 e 2019, as taxas anuais médias de crescimento do ICH, do índice da PWT e do índice do Conference Board foram, respectivamente, de 2,3%, de 2,1% e de 1,8%.²⁸

²⁸ Para o período entre 1995 e 2022, a taxa média de crescimento anual do ICH e do Conference Board foram, respectivamente, de 2,20% e 1,74%, como exposto na Tabela 2.

7. APLICAÇÃO DO ICH: ESTIMAÇÃO DA PTF

Nesta seção, discutimos como as diferentes medidas discutidas até aqui para a evolução do capital humano afetam o cômputo da produtividade total dos fatores (PTF).

7.1. PTF

A PTF é um componente usual nas funções de produção que consiste em uma medida da eficiência com que os fatores de produção são empregados conjuntamente. Considerando-se a tradicional função de produção Cobb-Douglas, temos:²⁹

$$Y_t = A_t (u_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (24)$$

em que Y_t representa o produto (valor adicionado), A_t é a PTF, K_t é o estoque de capital físico instalado, u_t é uma medida do grau de utilização da capacidade instalada do capital, L_t é o fator trabalho e α é elasticidade do produto em relação ao capital, enquanto $1 - \alpha$ é a elasticidade em relação ao trabalho.³⁰ Por ser uma variável não-observável, a PTF é comumente obtida como resíduo a partir das medidas das demais variáveis:

$$A_t = \frac{Y_t}{(u_t K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}} \quad (25)$$

Um problema importante em se estimar a PTF de forma residual é que o valor obtido é afetado quando há erros de mensuração no produto, no capital ou no fator trabalho. Em particular, quando a medida para o fator trabalho não considera a evolução do capital humano, mudanças desse fator de produção são indiretamente capturadas como resíduo e aparecem como mudanças na PTF. De fato, isso é precisamente o que acontece no cálculo convencional da PTF, em que a variável que representa o fator trabalho L_t na Equação (25) é a quantidade agregada de horas trabalhadas, H_t .

Para contornar esse problema, incluímos o ICH na medida do fator trabalho. Como visto na seção 4, o ICH é derivado a partir de uma função de produção que considera explicitamente tipos diferentes de trabalho. Tal derivação é tal que a variação do fator trabalho agregado pode

²⁹ Todas as variáveis descritas são em termos reais.

³⁰ Uma propriedade interessante da função de produção Cobb-Douglas é que, supondo equilíbrio competitivo, o parâmetro α também representa a fração do produto Y_t que é distribuída aos detentores de capital K_t , enquanto o recíproco $1 - \alpha$ é a medida da fração da renda distribuída como salários ao fator trabalho L_t . Essa propriedade facilita a estimação de α a partir de dados das Contas Nacionais sob a ótica da renda.

ser descrita como a soma da variação no total de horas (não ajustado) com a variação no índice ICH:

$$\Delta l_t = \Delta h + \Delta ICH_t. \quad (26)$$

Portanto, para o cômputo da PTF, a variação do capital humano ao longo do tempo pode ser incorporada ao insumo trabalho ao usarmos $L_t = H_t \times (ICH_t/100)$ como medida da quantidade de fator trabalho que compõe a função de produção. Isso permite mensurar a variação na qualidade da mão de obra empregada ao longo do tempo – tanto devido a fatores estruturais, como um aumento do nível geral de educação, quanto a fatores conjunturais, como mudanças na participação relativa de grupos com diferentes produtividades ao longo de ciclos econômicos. Ressalte-se que, na ausência do ICH atribuindo tais movimentos ao fator trabalho, todas essas variações seriam capturadas como mudanças na PTF.

Estimamos a PTF conforme a Equação (25) usando duas medidas diferentes do fator trabalho, L_t : a primeira é a medida convencional que considera apenas o total de horas trabalhadas, sem ajustar pela qualidade da mão-de-obra; a segunda é o fator trabalho ajustado pelo ICH.

O nível real de atividade Y_t é obtido das Contas Nacionais divulgadas pelo IBGE (valor adicionado). O nível de capital físico instalado K_t é calculado pelo método do inventário perpétuo, conforme implementado em Veloso et al. (2021), também usando dados das Contas Nacionais (formação bruta de capital físico). O deflacionamento de ambas essas séries se deu com uso do deflator próprio das Contas Nacionais divulgado pelo IBGE. A intensidade do uso do capital u_t corresponde ao nível de utilização da capacidade instalada (NUCI) da indústria de transformação, que é disponibilizado na Sondagem Industrial do FGV IBRE.

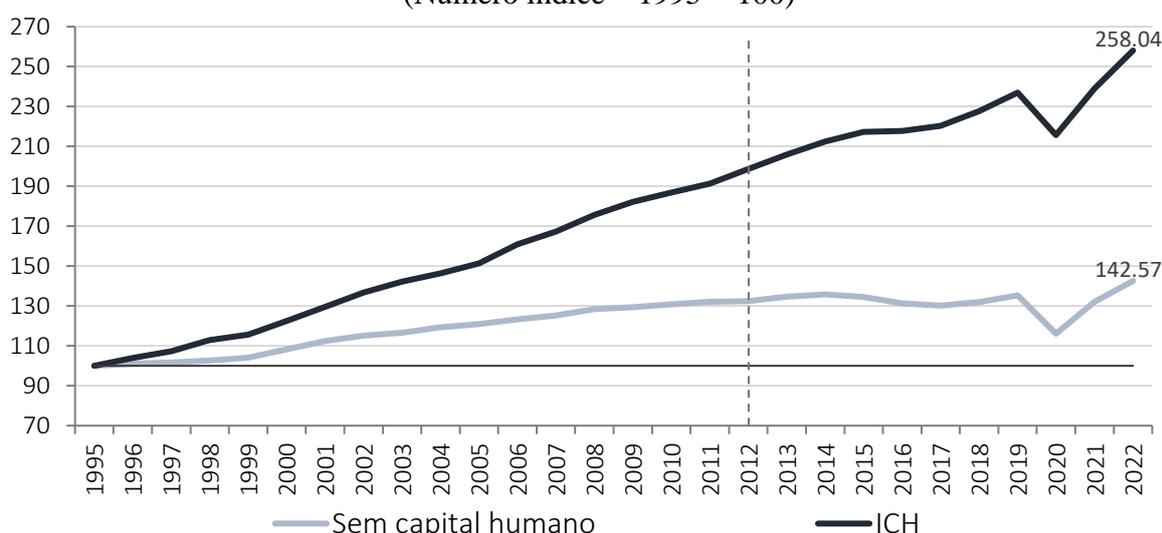
O total de horas trabalhadas H_t corresponde ao somatório de horas trabalhadas em todas as ocupações na semana de referência, em termos anualizados, conforme Veloso et al. (2021), e foi calculado com dados da PNAD (até 2011) e da PNAD Contínua (a partir de 2012). Por fim, o parâmetro α assume o valor 0,4, seguindo Gomes et al. (2003), Barbosa Filho et al. (2010) e Veloso et al. (2021), e em linha com estimativas da participação dos salários na renda agregada no Brasil.

7.2. Resultados: estimativas da PTF

Apresentamos inicialmente, no Gráfico 4, a evolução das medidas de fator trabalho discutidas na seção anterior na forma de número-índice, com o ano de 1995 normalizado para 100. A linha cinza representa o fator trabalho sem ajuste, isto é, apenas o crescimento do número total de horas trabalhadas.

A comparação com a série ajustada pelo ICH revela como a série sem ajuste subestima o crescimento efetivo do fator trabalho, isto é, aquele que considera a melhora da qualidade da mão de obra empregada. Enquanto o fator trabalho sem ajuste teve crescimento anual médio de 1,31% entre 1995 e 2022, o crescimento médio ao ano do fator trabalho ajustado pelo capital humano no mesmo período foi de 3,51%.

Gráfico 4 – Evolução do Fator Trabalho Ajustado e sem Ajuste – 1995 a 2022. Brasil. (Número índice – 1995 = 100)



Fonte: Elaboração com base nos microdados da PNAD e da PNADC. Série completa está no Anexo, Tabela B2.

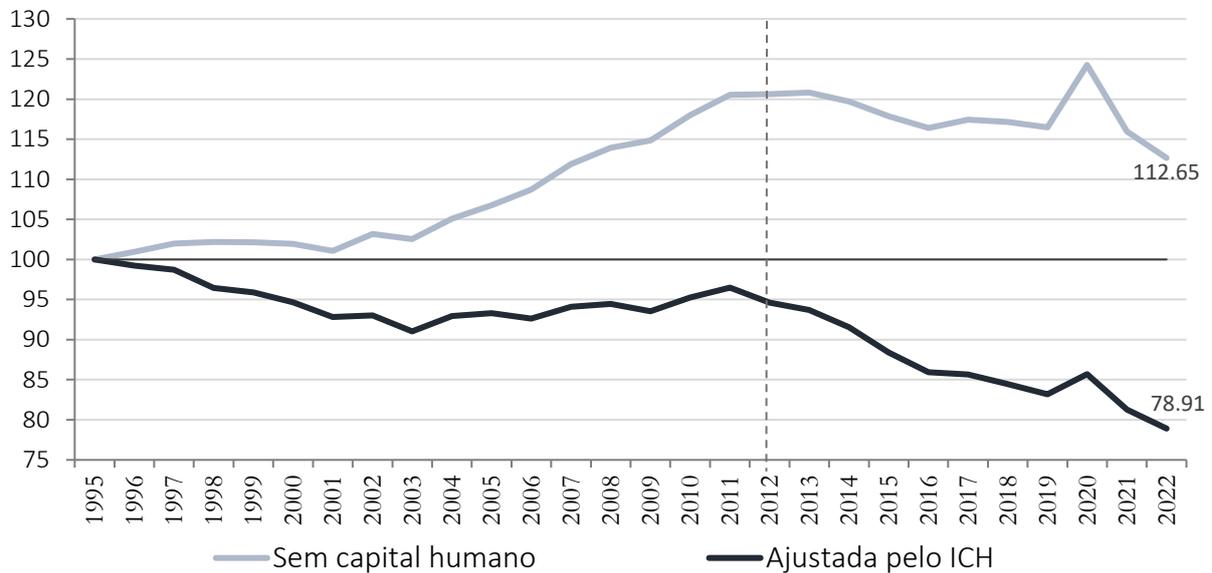
O Gráfico 5 apresenta os resultados obtidos para a evolução da PTF entre os anos de 1995 e 2022 utilizando as duas diferentes medidas para o fator trabalho, e a Tabela 3 mostra o valor das séries para anos selecionados.³¹ Novamente, a linha cinza representa a medida convencional para a PTF, isto é, em que o fator trabalho não considera a evolução do capital humano, mas apenas o total de horas trabalhadas.

Segundo essa métrica, a PTF ficou relativamente estável na segunda metade da década de 1990, cresceu intensamente na década de 2000 e caiu entre 2010 e 2022 (com um transitório

³¹ As séries históricas completas estão na Tabela B3, no Apêndice.

pico no ano da pandemia de Covid-19). No período completo entre 1995 e 2022, a PTF sem ajuste teve crescimento anual médio de 0,44%.

Gráfico 5 – Evolução da PTF – 1995 a 2022. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)



Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, das Contas Nacionais e da Sondagem Industrial do FGV IBRE. Série completa está no Anexo, Tabela A4.

Comportamento bastante distinto é observado para a PTF ajustada pelo ICH. Como visto na seção anterior, o ICH cresceu consistentemente no período da amostra, capturando um significativo aumento da escolaridade da força de trabalho brasileira. Consequentemente, a medida de fator trabalho ponderada pelo ICH também cresceu no período, capturando a maior produtividade do trabalho empregado na produção (Gráfico 4).

Tabela 3 – Evolução da PTF – Anos selecionados. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)

Ano	Sem Ajuste	Ajustada pelo ICH
1995	100,00	100,00
1997	102,00	98,70
1999	102,14	95,90
2001	101,05	92,81
2003	102,56	91,02
2005	106,75	93,31
2007	111,92	94,09
2009	114,86	93,55
2011	120,53	96,50
2013	120,84	93,70
2014	119,71	91,55
2015	117,86	88,39
2016	116,41	85,95
2017	117,42	85,66
2019	116,48	83,20
2020	124,26	85,71
2021	115,97	81,27
2022	112,65	78,91
$\Delta\%$ 1995 - 2003	0,32%	-1,18%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	1,41%	0,05%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	-1,40%	-3,15%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	0,02%	-1,09%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	-1,11%	-1,76%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	0,44%	-0,88%

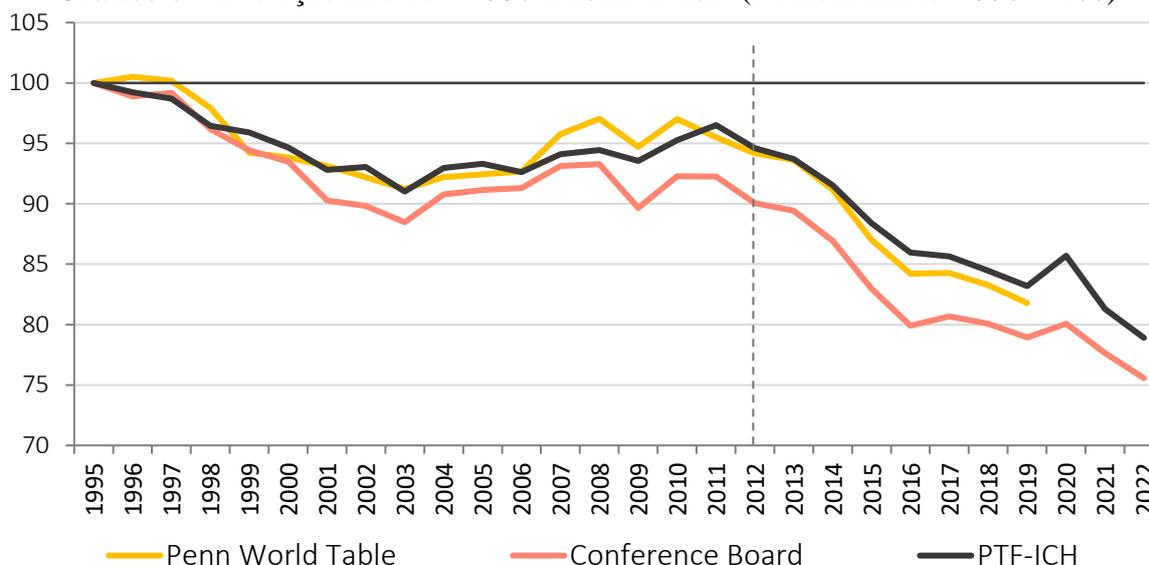
Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, das Contas Nacionais e da Sondagem Industrial do FGV IBRE. Série completa está na Tabela B3. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

Quando esse aumento do capital humano passa a ser incorporado no fator trabalho, a PTF não mais apresenta crescimento no período. De fato, a PTF ajustada pelo ICH sofreu uma queda de 0,88% ao ano, em média, ao longo do período analisado, sendo a redução mais intensa na última década. O contraste entre o comportamento dessas duas séries revela a importância de se levar em consideração a evolução do capital humano para o cálculo da PTF.

7.3. Comparação com estimativas da PTF brasileira de organizações internacionais

O Gráfico 6 e a Tabela 5 comparam nossa estimativa de PTF calculada usando o índice ICH como medida de capital humano para ajuste do fator trabalho com as séries de PTF da PWT e do Conference Board.

Gráfico 6 – Evolução da PTF – 1995 a 2022. Brasil. (Número índice: 1995 = 100)



Fonte: Elaboração com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, das Contas Nacionais e da Sondagem Industrial do FGV IBRE, e séries divulgadas pela PWT e pela TED do *Conference Board*. Série completa está no Anexo, Tabela B3.

Tabela 5 – PTF ajustada pelo Capital Humano. Anos selecionados. Número-índice (1995=100).

Ano	PTF-ICH	PWT	TED CB
1995	100,00	100,00	100,00
1997	98,70	100,18	99,18
1999	95,90	94,24	94,42
2001	92,81	93,12	90,27
2003	91,02	91,24	88,47
2005	93,31	92,45	91,14
2007	94,09	95,77	93,12
2009	93,55	94,72	89,67
2011	96,50	95,49	92,25
2013	93,70	93,64	89,43
2015	88,39	87,02	82,98
2017	85,66	84,27	80,67
2019	83,20	81,79	78,94
2020	85,71	-	80,06
2021	81,27	-	77,64
2022	78,91	-	75,57
Δ% 1995 - 2003	-1,18%	-1,15%	-1,53%
Δ% 2003 - 2014	0,05%	-0,01%	-0,16%
Δ% 2014 - 2016	-3,15%	-3,97%	-4,21%
Δ% 2016 - 2019	-1,09%	-0,97%	-0,41%
Δ% 2019 - 2022	-1,76%	-	-1,45%
Δ% 1995 - 2022	-0,88%	-0,84%*	-1,04%

Fonte: Elaboração com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, das Contas Nacionais e da Sondagem Industrial do FGV IBRE, e séries divulgadas pela PWT e pela TED do *Conference Board*. Série completa está no Anexo, Tabela B3. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

* Variação média entre 1995 e 2019.

Verifica-se que a trajetória da nossa medida de PTF corrigida pelo nível de capital humano (ICH) é relativamente próxima da disponibilizada pela PWT. Já a medida do *Conference Board* tem uma queda maior em comparação com a medida baseada no ICH.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, construímos para o Brasil o Índice de Capital Humano (ICH), que, ao ser derivado a partir do relaxamento da hipótese de homogeneidade do fator trabalho, é capaz de retratar a variação sofrida pela qualidade da mão de obra brasileira nas últimas décadas. A partir da consolidação da antiga PNAD com a PNAD Contínua, construímos uma amostra de ampla abrangência temporal, que cobre um período de quase trinta anos entre 1995 e 2022.

As estimativas obtidas revelam a importância do acúmulo de capital humano na forma de educação e experiência por parte dos trabalhadores no período analisado. Entre 1995 e 2022, o ICH teve crescimento anual médio de 2,2%. Tal crescimento resulta de um acúmulo de anos de estudo e experiência da população ocupada e mudanças de composição em favor de grupos mais qualificados.

Além disso, mostramos como a estimação da produtividade total dos fatores (PTF) no Brasil é afetada pela inclusão do ICH na medida de fator trabalho. Enquanto a PTF sem ajuste teve crescimento anual médio de 0,4% entre 1995 e 2022, a medida de PTF ajustada pelo capital humano teve uma queda anual média de 0,9% durante o período.

REFERÊNCIAS

- AARONSON, D.; SULLIVAN, D. Growth in worker quality. **Economic Perspectives - Federal Reserve Bank of Chicago**, v. 25, n. 4, p. 53-74, 2001.
- ABRAHAM, K.; MALLATT, J. Measuring human capital. **NBER Working Paper**, n. 30136, p. 1-27, 2022.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano-1992-2007. **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 2, p. 91-113, 2010.
- BARRO, R. J.; LEE, J. A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. **Journal of Development Economics**, v. 104, n. 1, p. 184-198, 2013.
- BECKER, G. Investment in human capital: a theoretical analysis. **Journal of Political Economy**, v. 70, n. 5, p. 9-49, 1962.
- BOSLER, C.; DALY, M.; FERNALD, J.; HOBJIN, B. The outlook for U.S. labor-quality growth. **NBER Working Paper**, n. 22555, p. 1-69, 2016.
- BOTEV, J.; ÉGERT, B.; SMIDOVA, Z.; TURNER, D. A new macroeconomic measure of human capital with strong empirical links to productivity. **OECD Working Paper**, n. 1575, p. 1-55, 2019.
- BUREAU OF LABOR STATISTICS. **Handbook of Methods: Productivity measures - Business sector and major subsectors**. 2023. Disponível em: <https://www.bls.gov/opub/hom/msp/concepts.htm#_edn6>. Acesso em: 08 de junho de 2023.
- DEMING, D. Four facts about human capital. **NBER Working Paper**, n. 30149, p. 1-28, 2022.
- DE VRIES, K.; ERUMBAN, A. Total Economy Database: a detailed guide to its sources and methods. 2022. Disponível em: <https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=TED_SMDetailed_apr2022.pdf&type=subsite>. Acesso em: 16 de maio de 2023.
- FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. The next generation of the Penn World Table. **American Economic Review**, n. 105, v. 10, p. 3150-3182, 2015. Disponível em: <www.ggd.net/pwt>. Acesso em: 20 de julho de 2022.
- GOMES, V.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n.3, p.389-434, 2003.
- GOUJON, A.; SPERINGER, S.; BARAKAT, B.; POTANCOKOVA, M.; EDER, J.; STRIESSNIG, E.; BAUER, R.; LUTZ, W. A harmonized dataset on global educational attainment between 1970 and 2060: an analytical window into recent trends and future

prospects in human capital development. **Journal of Demographic Economics**, n. 82, v.8, p. 315-363, 2016.

JORGENSEN, D.; FRAUMENI, B. The accumulation of human and nonhuman capital. Em: LIPSEY, R.; TICE, H. (eds.). **The measurement of saving, investment, and wealth**. Chicago: University of Chicago Press, p. 227-281, 1989.

JORGENSEN, D.; FRAUMENI, B. Investment in education and U.S. economic growth. **Scandinavian Journal of Economics**, n. 94 (supplement), p. S51–S70, 1992a.

JORGENSEN, D.; FRAUMENI, B. The output of the education sector. Em: GRILICHES, Z. (ed.). **Output measurement in the service sectors**. Chicago: University of Chicago Press, p. 303-338, 1992b.

LIU, G.; FRAUMENI, B.; MANAGI, S. Human capital growth. **NBER Working Paper**, n. 30035, p. 1-49, 2022.

MINCER, J. **Schooling, experience and earnings**. Nova York: National Bureau of Economic Research, p. 1-152, 1974.

MONTENEGRO, C.; PATRINOS, H. Comparable estimates of returns to schooling around the world. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 7020, 2014.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. **Measuring productivity: measurement of aggregate and industry-level productivity growth**, 2001. Disponível em: <<https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/2352458.pdf>>. Acesso em: 23 de maio de 2023.

PSACHAROPOULOS, G. Returns to investment in education: A global update. **World Development**, v. 22, n. 9, p. 1325–1343, 1994.

PSACHAROPOULOS, G.; PATRINOS, H. Returns to investment in education: a further Update. **Education Economics**, n. 12, v. 2, p. 111-134, 2004.

SILVA, C.; SOUZA JÚNIOR, J.R.; OLIVEIRA, T. Índice de qualidade do trabalho e suas implicações sobre a produtividade e a taxa de desocupação. **Carta de Conjuntura IPEA**, n. 51, v. 24, p. 1-26, 2021.

SILVA, C.; SOUZA JÚNIOR, J.R.; OLIVEIRA, T. Índice de qualificação do trabalho agregado e desagregado por setores. **Carta de Conjuntura IPEA**, n. 56, nota 26, p. 1-13, 2022.

STEWART, J. Why was US labor productivity growth so high during the COVID-19 pandemic? The role of labor composition. **International Productivity Monitor**, n. 42 (Spring), p. 87-103, 2022.

VAZ, Bruno Ottoni Eloy; BARREIRA, Tiago Cabral. Metodologia de Retropolação da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua de 1992 a 2012. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 51, p. 759-782, 2021.

VELOSO, F.; BARBOSA FILHO, F. H.; PERUCHETTI, P. Impactos da educação no mercado de trabalho. 2022. Artigo postado no Observatório de Produtividade Regis Bonelli. Disponível em:

<https://ibre.fgv.br/sites/ibre.fgv.br/files/arquivos/u65/educacao_e_mercado_de_trabalho_03012022_-_final.pdf>. Acessado em: 25 de abril de 2022.

VELOSO, F.; MATOS, S.; PERUCHETTI, P. Nota metodológica dos indicadores anuais de Produtividade Total dos Fatores no Brasil desde a década de 1980. **Nota técnica – Instituto Brasileiro de Economia (FGV-IBRE)**. 2021. Disponível em: <https://ibre.fgv.br/sites/ibre.fgv.br/files/arquivos/u65/nota_de_construcao_dos_indicadores_-_brasil_anual_ptf_desde_1981_-_final.pdf>. Acesso em: 27 de julho de 2022.

WORLD BANK (2022). Brazil Human Capital Review: Investing in People.

ZOGHI, C. Measuring labor composition: a comparison of alternate methodologies. In: ABRAHAM, K.; SPLETZER, J.; HARPER, M. (Eds.) **Labor in the New Economy**. University of Chicago Press, p. 457-485, 2010.

ANEXO A: REGRESSÕES DE SALÁRIOS

Um ponto em aberto nos estudos que buscam estimar medidas de capital humano para o Brasil é como assimilar ao indicador as significativas variações dos retornos da educação ao longo do tempo. Nessa seção, ilustraremos a presença desse fenômeno na amostra utilizada a partir dos resultados obtidos em nossas estimações.

A Tabela A1 apresenta os valores dos coeficientes estimados para os grupos de educação, a partir da Equação (11), nos anos limites da nossa amostra, 1995 e 2022, e em um ano intermediário, 2007. Os resultados revelam que os retornos da educação no Brasil têm caído ao longo dos anos. A Tabela A2 fornece os resultados completos do modelo estimado para os dois períodos limites.

As colunas A, B e C da Tabela A1 indicam o valor estimado dos coeficientes de cada grupo de escolaridade. A primeira linha para cada gênero contém o valor da constante, que corresponde ao grupo de referência – aqueles com menos de 1 ano de estudo completo. As demais linhas correspondem aos coeficientes $\hat{\beta}_j$ de cada grupo de educação j . Eles podem ser interpretados como quão maiores, em termos percentuais, são os ganhos dos trabalhadores nas faixas de escolaridade descritas em relação àqueles que tem menos de um ano de estudo.³² Nas colunas D, E e F, mostramos o valor da exponencial dos coeficientes. Para o grupo de referência, esse valor representa o salário-hora estimado de um trabalhador com menos de um ano de estudo completo. Para os demais grupos, $\exp(\hat{\beta}_j)$ expressa quantas vezes cada faixa ganha a mais do que a categoria base.

A título de ilustração, observe que, em 1995, trabalhadores do sexo masculino com 12 a 15 anos de estudo tinham rendimento-hora cerca de 5 vezes maior do que aqueles com menos de um ano de estudo, para um mesmo nível de experiência. Em 2022, a razão entre o salário médio desses dois grupos caiu para aproximadamente 2,4. Tal tendência de queda está presente também nos retornos excedentes dos demais grupos de educação em relação ao grupo de referência e para as trabalhadoras mulheres. A taxa de variação dos retornos de cada grupo entre 1995 e 2022 é dada na última coluna da tabela. A faixa educacional que registrou a maior queda do retorno excedente em relação ao grupo de referência foi a de 16 anos ou mais (-60,0% entre os homens e -61,6% entre as mulheres).

³² Trata-se de uma aproximação. O grupo j ganha salários aproximadamente $\beta_j \times 100\%$ maiores do que o grupo de referência. O valor exato, no entanto, é $(e^{\beta_j} - 1) \times 100\%$. A aproximação será mais precisa quanto mais próximo de 0 for o valor de β_j .

Tabela A1 – Coeficientes estimados das *dummies* de escolaridade. Variável dependente: Log do rendimento-hora.

Anos de estudo	$\hat{\beta}$			exp($\hat{\beta}$)			Δ exp($\hat{\beta}$)
	1995 (A)	2007 (B)	2022 (C)	1995 (D)	2007 (E)	2022 (F)	(F) - (D)/(D) (%)
Constante (grupo de referência)	0,59	0,77	1,25	1,80	2,16	3,49	94,0%
Homens							
1 a 4 anos de estudo	0,41	0,24	0,13	1,50	1,27	1,14	-24,0%
5 a 8 anos de estudo	0,79	0,57	0,41	2,21	1,76	1,51	-31,7%
9 a 11 anos de estudo	1,18	0,85	0,61	3,26	2,33	1,85	-43,3%
12 a 15 anos de estudo	1,71	1,28	0,89	5,54	3,58	2,43	-56,2%
16 anos ou mais de estudo	2,67	2,28	1,75	14,39	9,76	5,76	-60,0%
Mulheres							
Constante (grupo de referência)	0,51	0,82	1,40	1,67	2,27	4,07	143,8%
1 a 4 anos de estudo	0,27	0,18	0,04	1,31	1,19	1,04	-20,7%
5 a 8 anos de estudo	0,61	0,39	0,21	1,84	1,48	1,24	-32,9%
9 a 11 anos de estudo	0,98	0,63	0,38	2,66	1,87	1,46	-45,1%
12 a 15 anos de estudo	1,51	1,07	0,62	4,53	2,90	1,86	-58,9%
16 anos ou mais de estudo	2,39	2,00	1,43	10,86	7,39	4,17	-61,6%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua.

A discussão aprofundada dos fatores determinantes da queda dos retornos da educação está além do escopo deste trabalho. Convém ressaltar que, sendo um preço, o salário é regido pelas condições de oferta e demanda do mercado de trabalho. Nesse sentido, as próprias mudanças na composição da força de trabalho em favor de grupos com maior escolaridade podem ter contribuído para a redução observada, dado o consequente aumento relativo da oferta de mão de obra mais escolarizada.

Tabela A2 – Resultados das estimações. Variável dependente: logaritmo do rendimento-hora habitual. 1995 e 2022

Variáveis	1995		2022	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Estudo 1 a 4 anos	0.408*** (0.000455)	0.274*** (0.000714)	0.134*** (0.000690)	0.0417*** (0.00109)
Estudo 5 a 8 anos	0.795*** (0.000407)	0.611*** (0.000636)	0.414*** (0.000618)	0.212*** (0.000963)
Estudo 9 a 11 anos	1.182*** (0.000495)	0.977*** (0.000723)	0.615*** (0.000630)	0.378*** (0.000967)
Estudo 12 a 15 anos	1.712*** (0.000499)	1.510*** (0.000681)	0.887*** (0.000604)	0.621*** (0.000936)
Estudo 16+ anos	2.667*** (0.000655)	2.385*** (0.000813)	1.751*** (0.000631)	1.428*** (0.000946)
Experiência	0.0530*** (2.94e-05)	0.0406*** (4.00e-05)	0.0272*** (2.25e-05)	0.0204*** (2.59e-05)
Experiência ²	-0.000731*** (5.69e-07)	-0.000514*** (8.69e-07)	-0.000293*** (4.32e-07)	-0.000247*** (5.35e-07)
Constante	0.588*** (0.000470)	0.512*** (0.000705)	1.251*** (0.000643)	1.403*** (0.000962)
Nº Observações	36.151.900	20.685.171	56.012.619	41.453.524
R ²	0.439	0.423	0.305	0.301

Nota: Erros-padrão em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: elaboração com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua.

ANEXO B: SÉRIE HISTÓRICA DAS MEDIDAS DE CAPITAL HUMANO

Tabela B1 – Comparação – Medidas de Capital Humano. Número-índice (1995 = 100). Série Histórica Anual – 1995 a 2022.

Ano	ICH	PWT	TED CB
1995	100,00	100,00	100,00
1996	102,90	101,91	102,22
1997	105,62	103,85	103,48
1998	110,09	105,83	105,38
1999	111,08	107,84	105,87
2000	113,14	109,90	108,35
2001	115,25	112,09	110,82
2002	118,79	114,32	112,96
2003	122,01	116,60	114,96
2004	122,65	118,92	116,00
2005	125,14	121,29	117,63
2006	130,58	123,53	120,55
2007	133,52	125,81	122,76
2008	136,75	128,13	125,10
2009	140,78	130,50	128,00
2010	142,81	132,91	129,86
2011	144,86	137,61	131,64
2012	149,90	140,89	136,40
2013	152,79	144,24	137,81
2014	156,37	147,68	140,80
2015	161,53	151,19	142,50
2016	165,78	154,79	146,01
2017	169,17	158,48	147,23
2018	172,57	162,25	150,68
2019	175,20	166,11	152,32
2020	185,71	-	159,42
2021	180,85	-	159,07
2022	180,99	-	159,88
$\Delta\%$ 1995 - 2003	2,49%	1,92%	1,74%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	2,26%	2,15%	1,84%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	2,92%	2,35%	1,82%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	1,84%	2,35%	1,41%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	1,08%	-	1,61%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	2,20%	2,11%	1,74%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua e séries divulgadas pela *Penn World Table* e pelo *TED Conference Board*. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

* Variação média entre 1995 e 2019.

Tabela B2 – Fator Trabalho Ajustado pelo Capital Humano. Número-índice (1995 = 100).
Série Histórica Anual – 1995 a 2022.

Ano	Sem capital humano	Ajustado pelo ICH
1995	100,00	100,00
1996	101,05	103,98
1997	101,63	107,35
1998	102,61	112,96
1999	104,06	115,59
2000	108,22	122,45
2001	112,39	129,53
2002	115,12	136,75
2003	116,56	142,21
2004	119,37	146,41
2005	120,97	151,38
2006	123,25	160,94
2007	125,29	167,29
2008	128,42	175,61
2009	129,43	182,21
2010	130,85	186,87
2011	132,05	191,28
2012	132,49	198,61
2013	134,70	205,81
2014	135,83	212,40
2015	134,45	217,17
2016	131,32	217,70
2017	130,23	220,31
2018	131,88	227,60
2019	135,23	236,92
2020	116,13	215,66
2021	132,16	239,01
2022	142,57	258,04
$\Delta\%$ 1995 - 2003	1,92%	4,40%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	1,39%	3,65%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	-1,69%	1,23%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	0,98%	2,82%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	1,76%	2,85%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	1,31%	3,51%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

Tabela B3 – Produtividade Total dos Fatores (PTF) Ajustada pelo Capital Humano. Número-índice (1995 = 100). Série Histórica Anual – 1995 a 2022.

Ano	Sem Capital Humano	PTF-ICH	PWT	TED CB
1995	100,00	100,00	100,00	100,00
1996	100,96	99,24	100,51	98,90
1997	102,00	98,70	100,18	99,18
1998	102,19	96,46	97,93	96,18
1999	102,14	95,90	94,24	94,42
2000	101,93	94,65	93,85	93,51
2001	101,05	92,81	93,12	90,27
2002	103,16	93,04	92,20	89,82
2003	102,56	91,02	91,24	88,47
2004	105,08	92,96	92,21	90,78
2005	106,75	93,31	92,45	91,14
2006	108,70	92,62	92,67	91,30
2007	111,92	94,09	95,77	93,12
2008	113,95	94,44	97,05	93,29
2009	114,86	93,55	94,72	89,67
2010	117,98	95,27	97,02	92,29
2011	120,53	96,50	95,49	92,25
2012	120,63	94,62	94,19	90,05
2013	120,84	93,70	93,64	89,43
2014	119,71	91,55	91,18	86,93
2015	117,86	88,39	87,02	82,98
2016	116,41	85,95	84,21	79,92
2017	117,42	85,66	84,27	80,67
2018	117,17	84,46	83,26	80,06
2019	116,48	83,20	81,79	78,94
2020	124,26	85,71	-	80,06
2021	115,97	81,27	-	77,64
2022	112,65	78,91	-	75,57
$\Delta\%$ 1995 - 2003	0,32%	-1,18%	-1,15%	-1,53%
$\Delta\%$ 2003 - 2014	1,41%	0,05%	-0,01%	-0,16%
$\Delta\%$ 2014 - 2016	-1,40%	-3,15%	-3,97%	-4,21%
$\Delta\%$ 2016 - 2019	0,02%	-1,09%	-0,97%	-0,41%
$\Delta\%$ 2019 - 2022	-1,11%	-1,76%	-	-1,45%
$\Delta\%$ 1995 - 2022	0,44%	-0,88%	-0,84%*	-1,04%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos microdados da PNAD e da PNAD Contínua, das Contas Nacionais e da Sondagem Industrial do FGV IBRE, e séries divulgadas pela *Penn World Table* e pelo *TED Conference Board*. As linhas inferiores indicam a variação (diferença do log) anual média para os períodos selecionados.

* Variação média entre 1995 e 2019.

ANEXO C: SÍNTESE COMPARATIVA DA LITERATURA

Quadro C1 – Síntese Comparativa da Literatura

Citação	Objetivo	Metodologia	Dados	Resultados
	<i>O que eles fazem?</i>	<i>Como eles fazem isso?</i>		<i>O que eles descobrem?</i>
Aaronson, D., & Sullivan, D. (2001).	Propõem método de estimar e prever a taxa de crescimento da qualidade do fator trabalho, levando em consideração mudanças na distribuição de educação e experiência da população ocupada. Comparam o hiato da qualidade do trabalho entre empregados e desempregados. Estimam o crescimento real do salário mantida a qualidade da hora de trabalho. Constroem uma medida ajustada da taxa de desemprego pela qualidade do trabalho.	Metodologia que se tornou padrão para os índices desse tipo: crescimento do salário médio (predito) ponderado pelo total de horas. É um "Índice de Quantidade" de base móvel.	CPS (EUA)	Mudanças na distribuição de educação e experiência dos trabalhadores respondem por parcela significativa do crescimento da produtividade do trabalho americana, mas com alta flutuação no período (1965-2000). Esse padrão é resultado de fenômenos demográficos de longo prazo e de efeitos conjunturais. A qualidade do trabalho é levemente anticíclica (cresce nas crises). Decomposição do crescimento da qualidade do trabalho mostra que acúmulo de escolaridade foi o principal contribuinte, tendo efeito positivo em todo o período, mas decrescente ao longo do tempo.
SILVA, C.; SOUZA JÚNIOR, J.R.; OLIVEIRA, T. (2021)	Calculam Índice da Qualidade do Trabalho (IQT), índice baseado na metodologia de Aaronson e Sullivan, e utilizam-no para corrigir pelo capital humano a contribuição do fator trabalho para o produto (e a estimação da PTF). Calculam taxa de desemprego ajustada pela qualidade do trabalho.	Salários preditos a partir de regressão de Mincer. IQT é índice para crescimento do salário predito médio ponderado pela participação de cada grupo no total de horas (usando pesos amostrais).	PNAD Contínua	IQT cresceu consistentemente desde 2012, e de forma mais intensa em períodos de crise (efeito composição). Não levar esse efeito em consideração causa viés altista na estimação da PTF. A taxa de desemprego sem ajuste para qualidade do trabalho também é superestimada.
SILVA, C.; SOUZA JÚNIOR, J.R.; OLIVEIRA, T. (2022)	Atualizam o IQT com os dados mais recentes e após a reponderação sofrida pela PNAD Contínua. Acrescentam versão desagregada do índice por setor de atividade econômica.	Índice setorial corresponde à restrição da amostra na metodologia agregada.	PNAD Contínua	Reponderação da PNAD não mudou qualitativamente os resultados da série do IQT, embora tenha gerado pequena redução do nível em relação à versão anterior. Desempenho conjuntural recente impactado pela retomada do emprego menos qualificado, com IQT estagnado. Desempenho setorial: crescimento generalizado na série histórica; no movimento conjuntural recente, indústria teve melhora do IQT acima do agregado.

Citação	Objetivo	Metodologia	Dados	Resultados
	<i>O que eles fazem?</i>	<i>Como eles fazem isso?</i>		<i>O que eles descobrem?</i>
BARBOSA FILHO, F.; PESSÔA, S.; VELOSO, F. (2010).	Constroem uma medida de capital humano que captura mudanças na composição da força de trabalho conforme o nível de escolaridade e experiência e variações na produtividade de cada um desses grupos. Analisam a evolução da PTF brasileira entre 1992 e 2007 considerando essa medida de capital humano. Decompõem o crescimento do PIB brasileiro nesse período entre os seus componentes.	Calculam medida agregada de capital humano como a média geométrica ponderada (pela participação no total de horas) do salário relativo de cada grupo (educação x experiência) em relação ao salário "sem capital humano".	PNAD	O capital humano da força de trabalho no Brasil manteve-se virtualmente estacionário nesse período, com o crescimento do componente de participação do capital humano sendo compensado pela redução do componente de produtividade. O componente de participação cresceu monotonicamente no período, enquanto o componente de produtividade oscilou de forma volátil, em resposta ao ciclo econômico, mas com efeito líquido negativo no período completo.
DEMING, D. (2022)	Sintetiza em quatro fatos estilizados os conhecimentos acumulados a partir da segunda metade do século XX sobre capital humano. Com isso, o autor pretende consolidar o estado da arte no tema e apresentar de forma clara a agenda de pesquisa futura.	Revisão da literatura.	-	(1) Níveis distintos de capital humano explicam uma grande parcela das diferenças nos retornos do trabalho dentro dos países e entre países; (2) Investimentos em capital humano durante a infância e o início da vida adulta geram retornos econômicos expressivos; (3) A tecnologia para produção de habilidades fundamentais – alfabetização e matemática básica – é bem conhecida. A quantidade de recursos disponíveis é que se mostra a principal restrição; (4) Ainda não há clareza sobre como se dá o desenvolvimento de habilidades mais sofisticadas – resolução de problemas, tomada de decisão e trabalho em equipe –, ainda que tais habilidades tenham crescido valor econômico.
ABRAHAM, K.; MALLATT, J. (2022)	Revisão da literatura sobre as diferentes formas de medir capital humano. Classificam em três diferentes abordagens: dos indicadores, dos custos e da renda.	Revisão da literatura.	-	Maior parte das medidas consolidadas que comparam países ao longo do tempo são de indicadores. Há algumas com a abordagem da renda, e nenhuma com a abordagem dos custos. Olhando apenas para um país, a abordagem da renda estima valores de capital humano muito mais altos que os obtidos via abordagem dos custos, o que se deve provavelmente a uma superestimação, resultado das escolhas metodológicas realizadas.
FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. (2015)	Explicação da metodologia da Penn World Table 8.0.	Índice bastante simples, que utiliza anos médios de estudo e retornos da educação constantes entre países e ao longo do tempo, ainda que com retornos marginais decrescentes. Ajustam PTF e	Barro and Lee (2013) e Psacharopoulos (1994)	Fornecem séries históricas dos componentes do PIB e da medida calculada para capital humano para diversos países.

Citação	Objetivo	Metodologia	Dados	Resultados
	<i>O que eles fazem?</i>	<i>Como eles fazem isso?</i>		<i>O que eles descobrem?</i>
		fator trabalho pela medida de capital humano.		
BOSLER, C. <i>et al</i> (2016)	Revisam e comparam diferentes métodos e especificações para a mensuração da qualidade do trabalho nos Estados Unidos. Desenvolvem uma métrica para avaliar essas diferentes especificações e estimam a qualidade do trabalho passada usando 3 bases de dados americanas distintas. Tendo a estratégia preferida identificada, fazem previsões para o comportamento futuro da qualidade do trabalho nos EUA.	Especificação base é uma regressão de Mincer com 5 indicadores de educação e um polinômio de grau 4 para experiência, sem separação de gênero e sem controles adicionais. Forma funcional específica do índice de crescimento da qualidade de trabalho é índice de Fisher.	Distintas bases de dados para os EUA.	Mostram que regressão escolhida tem melhor performance no trade-off entre precisão da estimação dos coeficientes e capacidade de explicar a variação de salários (produtividades) com base nas características observadas selecionadas para a regressão.
LIU, G.; FRAUMENI, B.; MANAGI, S (2022).	Artigo é um capítulo do Inclusive Wealth Report (IWR). Avalia o crescimento do capital humano de forma desagregada conforme (i) região (por grupo de renda e por país) e (ii) gênero, para o período entre 1990 e 2020.	Capital humano é mensurado em termos monetários: o valor presente do salário de toda população escolarizada ao longo do período ativo, multiplicada pela “taxa” do efeito da educação.	-	Embora o período tenha sido de crescimento generalizado do capital humano medido, esse crescimento não se deu de forma uniforme entre diferentes regiões, grupos de renda e subgrupos de gênero.
BOTEV, J. <i>et al.</i> (2019).	Estimam novas medidas de capital humano para diferentes países que compõem anos médios de estudo com taxas de retorno da educação que variam (i) entre grupos de países e (ii) ao longo do tempo, além de apresentarem um padrão U-shaped em relação aos anos de estudo (retornos maiores para educação primária e terciária, menores para educação secundária). Usam essas novas medidas em regressões <i>cross-country</i> do PIB per capital e da produtividade contra o capital humano, e comparam os resultados com o desempenho de medidas mais tradicionais de capital humano.	Admitem a variação das taxas de retorno da educação nas três dimensões discutidas no bloco anterior.	Anos médios de estudo de Goujon et al (2016). Retornos da educação de Psacharopoulos e Patrinos (2004) e Montenegro e Patrinos (2014).	As novas medidas têm desempenho melhor (robusto e positivo) nas regressões <i>cross-country</i> do que as medidas tradicionais. Esse resultado se deve principalmente pela possibilidade de variação das taxas de retorno, e menos pela atualização da base de anos médios de estudo.

Citação	Objetivo	Metodologia	Dados	Resultados
	<i>O que eles fazem?</i>	<i>Como eles fazem isso?</i>		<i>O que eles descobrem?</i>
STEWART, J. (2022).	Calcula índice para a composição do trabalho em frequência trimestral, para examinar como a mudança na participação de trabalhadores com salários diferentes na pandemia (maior participação relativa dos salários maiores) foi importante para explicar o salto na produtividade do trabalho no período.	Aplica em frequência trimestral a metodologia do Bureau of Labor Statistics (BLS): um índice para o crescimento na quantidade de horas trabalhadas - por grupo de escolaridade x idade x gênero - ponderado pela participação de cada grupo na massa salarial total.	Dados em frequência mensal da Current Population Survey (CPS).	A maioria dos empregos perdidos na pandemia foi entre os de baixa remuneração. O nível médio de qualificação da força de trabalho, medido pelo índice de composição do trabalho, aumentou acentuadamente. Este aumento no índice de composição do trabalho foi responsável por cerca de 71% do aumento de 10,3% na produtividade do trabalho em 2020T2.
ZOGHI, C. (2010)	Discute qual a melhor forma de se calcular um índice de composição quanto às decisões (i) de quais variáveis utilizar para desagregar os trabalhadores em grupos com diferentes produtividades, e (ii) de usar o salário predito ou o salário mediano observado de cada grupo na ponderação do índice. Além disso, expõe em detalhe a metodologia do índice de Composição do Trabalho do BLS.	Calcula índices alternativos variando as decisões quanto aos dois pontos mencionados e compara seus resultados.	CPS	Todos os índices têm trajetórias semelhantes. Educação, experiência e gênero parecem ser escolhas suficientes e seguras para a divisão dos tipos de trabalhadores. Usar salários preditos ou medianas observadas tem efeito pequeno, sem sinal claro. Autora argumenta que a escolha acabe sendo pelas variáveis mais simples e diretas (idade em vez de experiência imputada, salário mediano observado em vez de predito) pela simplicidade e menor chance de erro de mensuração.