

Contribuições setoriais para o crescimento da produtividade do trabalho no Brasil: a escolha da fórmula de decomposição importa?

1. Introdução

Na literatura de crescimento econômico um dos temas centrais do debate é a existência de disparidades na produtividade do trabalho (PT) entre os setores de uma economia. A principal mensagem dessa literatura é que o desenvolvimento econômico de um país depende essencialmente de sua capacidade em promover uma mudança estrutural em sua economia, realocando fatores de produção de setores menos produtivos para aqueles mais produtivos.

No artigo seminal de McMillan e Rodrik (2011) há uma extensa documentação sobre a trajetória da produtividade setorial nos países em desenvolvimento e a principal conclusão é que a maior parte da diferença entre o desempenho da produtividade de países da América Latina e da África em relação aos países asiáticos está no padrão da mudança estrutural de suas economias - com a mão de obra migrando de setores de baixa para alta produtividade na Ásia, mas na direção oposta na América Latina e na África.

Nesses estudos são utilizadas a chamada técnica *shift-share* para decompor a variação da produtividade do trabalho agregada em dois ou três componentes, usualmente denominados de i) intrínseco (ou *within*); ii) estrutural (ou *between*); e iii) covariância ou interação.

O primeiro componente está relacionado à contribuição da produtividade dentro de cada atividade econômica para o resultado agregado, ao passo que o componente estrutural está relacionado à mudança na alocação do fator trabalho (efeito composição). Em muitos estudos o terceiro termo é negligenciado, pois ele decorre do processo de manipulação algébrica de decomposição e, em geral, de difícil interpretação econômica.

De modo geral, a metodologia de decomposição *shift-share* que é amplamente utilizada pressupõe que a produção real seja medida a preços constante, de modo que a produção real agregada corresponda à soma da produção real setorial. Entretanto, as estimativas oficiais de produção real são calculadas principalmente com índices encadeados e neste caso, as contribuições setoriais não somam exatamente ao crescimento agregado da produtividade do trabalho. O produto real agregado é igual à soma de seus componentes individuais apenas para o ano de referência escolhido (quando o produto real também é igual ao produto nominal). A diferença entre os dois aumenta à medida que nos afastamos do ano de referência. Este é o caso brasileiro.

Consequentemente, essa metodologia tradicional de decomposição *shift-share* foi criticada e, ao longo dos anos, aprimoramentos metodológicos foram sugeridos por diversos pesquisadores. Entre eles podemos destacar as contribuições de Tang e Wang (2004) e Diewert (2015) que desenvolveram uma metodologia que produz estimativas de contribuição setorial que são perfeitamente aditivas, independentemente de como o produto real é calculado. Na literatura, a decomposição desenvolvida por Tang e Wang (2004) foi denominada de Decomposição Exatamente Aditiva Generalizada (**GEAD**) e o método mais difundido de método tradicional (**TRAD**). Para o Canadá, Avillez (2012) também calcula a contribuição setorial através de uma variação da fórmula **TRAD**, que foi desenvolvida pelo Centro de Estudos de Padrões de Vida (**CSLS**). Como seria esperado, diferentes fórmulas de decomposição frequentemente produzem resultados

significativamente diferentes, principalmente nas análises setoriais, de acordo com os estudos de Dumagan (2012) e Avillez (2012).

Além disso, no arcabouço do método **TRAD**, não há uma fórmula única que é utilizada por todos os pesquisadores da área. De fato, há alguns métodos de decomposição *shift-share* que podem ser considerados referências na literatura. Consequentemente, na grande maioria dos artigos, os pesquisadores apenas citam a referência que está sendo utilizada, sem discutir se os resultados obtidos são robustos à especificação que foi adotada. Evidentemente, alguns pesquisadores discutem diferentes especificações e justificam a metodologia adotada, mas, raramente, mostram que os resultados podem variar a depender da especificação utilizada (De Vries et al. (2013), Yilmaz (2016), Torezani (2020) e Pontual (2021).

Para o caso brasileiro, Matos (2026) aplicou o método **TRAD** considerando as séries setoriais de produtividade do trabalho do **Observatório da Produtividade Regis Bonelli**, para o período de 1996 a 2025. No artigo foi utilizado a especificação de Nordhaus (2002), que é distinta da fórmula de Dumagan (2012).¹ Entre outros estudos que utilizaram o método **TRAD** podemos destacar: Jacinto e Pontual (2015), Banco Central do Brasil nos Relatórios de Política Monetária (dezembro 2023 e março de 2026) e Pontual (2021). Já Squeff e De Negri (2014) utilizaram o método **GEAD** para o período de 2001 a 2012.²

O primeiro objetivo deste artigo é aplicar a investigação de Dumagan (2012) sobre como as estimativas produzidas pela fórmula **GEAD** se comparam às produzidas pelo método **TRAD** para a decomposição do crescimento da produtividade do trabalho. As estimativas de contribuição setorial são calculadas para o período compreendido entre 1996 e 2025. Seguindo Dumagan (2012), utiliza-se a decomposição **TRAD** que é comparável termo a termo com a fórmula **GEAD**, tanto empiricamente quanto analiticamente. Um segundo objetivo deste artigo é comparar os resultados obtidos nas principais especificações da decomposição **TRAD** existentes na literatura, bem como a variação da fórmula **TRAD** denominada **CSLS**. E por fim, um terceiro objetivo do artigo é comparar uma especificação alternativa da fórmula **GEAD** que foi proposta por Diewert (2015). Para atingir todos esses objetivos é necessário explicitar minuciosamente todos os componentes de cada fórmula e ressaltar os motivos pelos quais os resultados são distintos.

Pelo conhecimento da autora, este é o primeiro trabalho com dados brasileiros que faz uma análise comparativa rigorosa e completa sobre decomposição setorial do crescimento da produtividade do trabalho, contemplando as principais metodologias presentes na literatura.

Com relação aos resultados encontrados, embora, no nível da economia agregada, há concordância substancial entre as fórmulas, as estimativas de contribuição variaram amplamente no nível setorial. Resultado muito similar ao obtido para dados canadenses (Avillez (2012)). Para o Canadá, há diferenças significativas nas contribuições estimadas da construção civil, da indústria de transformação e bem como da extração de petróleo e gás. Para o Brasil, houve diferenças significativas nas contribuições estimadas em quase

¹ Ver Hobijn e coautores (2025).

² Há muitos artigos que focam a análise de decomposição da produtividade do trabalho na indústria brasileira, utilizando dados desagregados das Contas Nacionais ou da Pesquisa Industrial Anual (PIA). Como o enfoque desse artigo é sobre a contribuição de todos os setores da economia, esses artigos não foram citados.

todos os setores da economia, mas podemos destacar a divergência de diagnóstico para as atividades da agropecuária e da indústria de transformação.

Essas diferenças refletem o fato de que as fórmulas de decomposição **TRAD/CSLS** e a fórmula **GEAD** medem fenômenos econômicos diferentes.

O artigo está dividido em quatro partes, além desta Introdução. Na segunda seção são apresentadas as metodologias. A seção três compara as contribuições setoriais calculadas pelas principais fórmulas de decomposição para o período de 1996 a 2025, mostrando os motivos pelos quais os resultados são diferentes. Na seção quatro há uma discussão se há uma especificação superior as outras. E, por fim, a conclusão.

2. Metodologias de Decomposição do Crescimento da Produtividade Agregada do Trabalho

Seguindo a abordagem presente em Dumagan (2012) e Avillez (2012), esta seção descreve duas fórmulas comumente utilizadas para se calcular as contribuições setoriais para o crescimento da produtividade agregada do trabalho **TRAD** e **GEAD**. Adicionalmente, para cada metodologia, são apresentadas especificações alternativas presentes na literatura.

2.1 Método Tradicional (TRAD) – Dumagan (2012)

A fórmula de decomposição **TRAD** é amplamente utilizada para medir a contribuição de diferentes setores para o crescimento da produtividade agregada (PTA). A premissa subjacente a essa fórmula é que o produto real é calculado a preços constantes, utilizando índices de quantidade de Laspeyres e de preços de Paasche de base fixa, tanto no nível agregado quanto no setorial. Quando isso ocorre, a soma do valor adicional real setorial (VA) é a soma do valor adicionado setoriais – que é o produto real líquido de insumos intermediários, ou seja:

$$VA_t = \sum_i VA_{it},$$

em que t é o tempo e i é o setor. A definição de produtividade do trabalho agregada e setorial são definidas por:

$$PTA_t = \frac{VA_t}{H_t} \quad PT = \frac{VA_{it}}{H_{it}}$$

Onde H_t é o total de horas trabalhadas, que é igual a soma das horas trabalhadas de cada setor. Como o VA é aditivo, podemos reescrever a PTA como:

$$PTA_t = \frac{VA_t}{H_t} = \frac{\sum_i VA_{it}}{H_t} = \frac{\sum_i PT_{it} H_{it}}{H_t} = \sum_i s_{it}^H PT_{it}, \quad (1)$$

onde s_{it}^H é a participação do setor i nas horas efetivas totais do ano t . Consequentemente, a PTA é igual a soma ponderada das produtividades setoriais, em que os pesos são dados pela participação das horas trabalhadas do setor nas horas totais. A partir dessa relação, há duas principais formas de se analisar a variação da produtividade agregada do trabalho. No artigo seminal de McMillan e Rodrik (2011), a decomposição é feita na primeira diferença, como será mostrado na próxima subseção. No artigo de Dumagan (2012) e Avillez (2012), a decomposição **TRAD**, como a **GEAD** são calculadas em

termos relativos. Desta forma, a contribuição de cada setor para o crescimento da PTA pode ser calculada observando-se as variações das produtividades setoriais, ou seja³:

$$\Delta PTA_t = \frac{PTA_t - PTA_{t-1}}{PTA_{t-1}} = \frac{\sum_i (s_{it}^H PTA_{it} - s_{it-1}^H PTA_{it-1})}{PTA_{t-1}} \quad (2)$$

Com algumas manipulações algébricas, chega-se à seguinte expressão⁴:

$$\Delta PTA_t = \sum_i s_{it-1}^V \Delta PTA_{it} + \sum_i \frac{PTA_{it-1}}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) + \sum_i \frac{PTA_{it-1}}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) \Delta PTA_{it}, \quad (3)$$

em que s_{it}^V é a participação do setor i no valor adicionado total do ano t . A equação acima é a fórmula de decomposição denominada tradicional (**TRAD**). De acordo com essa fórmula, as contribuições setoriais para o crescimento da produtividade agregada podem ser decompostas em três efeitos. O **primeiro termo** da equação representa o **efeito intrasetorial**. Como o nome indica, ele mede a contribuição para o crescimento da produtividade agregada devido exclusivamente aos aumentos de produtividade experimentados por setores individuais. Se as participações setoriais do trabalho permanecerem inalteradas ao longo do tempo ($D(s_{it}^H) = s_{it}^H - s_{it-1}^H = 0$), o segundo e o terceiro termos seriam iguais a zero e a contribuição de cada setor se reduzirá ao primeiro termo, que é o crescimento da produtividade do trabalho setorial ponderado pelo peso do setor na atividade. O primeiro efeito também é conhecido na literatura como **efeito direto do crescimento da produtividade (EDP)**.

Os outros dois termos representam dois efeitos diferentes de realocação setorial. O segundo termo da equação (3) captura o **efeito nível de realocação (ENR)**. Como Denison (1962) percebeu, a produtividade agregada do trabalho pode aumentar mesmo quando a produtividade setorial do trabalho permanece constante, desde que a mão de obra se desloque de setores com níveis de produtividade do trabalho abaixo da média para setores com níveis de produtividade do trabalho acima da média. Em geral, denominamos efeito Denison ou efeito composição.

Na decomposição **TRAD**, esse efeito é positivo quando $D(s_{it}^H) > 0$. A razão entre o nível de produtividade do trabalho do setor e a produtividade agregada do trabalho dimensiona a magnitude do efeito, aumentando (diminuindo) quando $\frac{PTA_{it-1}}{PTA_{t-1}} > 1$ (< 1).

O terceiro efeito da equação (3) captura o **efeito de crescimento de realocação (ECR)**. Na decomposição **TRAD**, esse efeito será positivo quando o trabalho migrar para um setor com crescimento positivo da produtividade do trabalho ($D(s_{it}^H) > 0$ e $\Delta PTA_{it} > 0$) ou quando o trabalho se afastar de um setor com crescimento negativo da produtividade do trabalho ($D(s_{it}^H) < 0$ e $\Delta PTA_{it} < 0$). A magnitude do efeito de crescimento da realocação depende não apenas de $D(s_{it}^H)$ e ΔPTA_{it} , mas também da proporção entre a PT setorial e a PTA: aumentando (diminuindo) quando $\frac{PTA_{it-1}}{PTA_{t-1}} > 1$ (< 1).

2.2 Método Tradicional (TRAD) – especificações alternativas (McMillan e Rodrik (2011), De Vries et al. (2013) e Nordhaus (2002))

Conforme mencionado na literatura, uma das equações básicas de decomposição - que é amplamente reproduzida - é a que foi proposta por **McMillan e Rodrik (2011)** - **MR**, em

³ Nesse artigo, o operador Δ representa a taxa de crescimento de uma variável. A diferença em nível de uma variável é representada pelo operador D .

⁴ Para detalhes do cálculo ver Anexo.

que a diferença em nível da produtividade do trabalho pode ser explicada pela seguinte decomposição, em que $t-k$ e t representam o início e o fim da amostra:⁵

$$PTA_t - PTA_{t-k} = \sum_i s_{it-k}^H (PT_{it} - PT_{it-k}) + \sum_i PT_{it} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) \quad (MR)$$

Notem que o primeiro termo na decomposição (**efeito intrasetorial**) é a soma ponderada da variação da produtividade em cada setor, onde os pesos são a participação das horas (emprego) em cada setor no início do período e não o peso no valor adicionado. O segundo termo (**efeito composição/ estrutural**) captura o efeito da realocação de mão de obra entre os diferentes setores sobre a produtividade. É essencialmente o produto dos níveis de produtividade (no final do período) com a variação na participação das horas trabalhadas entre os setores. Quando as variações na participação das horas trabalhadas estão positivamente correlacionadas com os níveis de produtividade, esse termo será positivo e a mudança estrutural aumentará a produtividade em toda a economia.

Entretanto, as escolhas sobre as datas dos pesos usados na equação (MR), ou seja, se é início ou fim do período, têm efeitos significativos na magnitude e na interpretação do termo de mudança estrutural. Por exemplo, Haltiwanger (2000) demonstra que a escolha do peso das horas no período base (início da amostra), aumenta a contribuição relativa do crescimento da produtividade dentro do setor e diminui a contribuição da realocação (mudança estrutural). Uma alternativa possível é utilizar os pesos das horas no período final no primeiro termo e os níveis de produtividade no período base no segundo termo. Mas, como esperado, ocorre o efeito contrário, elevando a contribuição do componente de mudança estrutural (De Vries et al. (2013)). Nesse contexto, Timmer e De Vries (2009) propõem usar a médias dos períodos para os dois pesos da equação (MR).

Além disso, De Vries et al. (2013) apontam que a mudança estrutural (efeito composição) de MR (2011) é apenas uma medida estática do efeito de realocação, pois depende das diferenças nos níveis de produtividade entre os setores, e não das taxas de crescimento. Porém MR (2011) argumentam que os trabalhadores migram para setores de baixo crescimento de produtividade e mesmo assim, eles utilizam uma decomposição que mede somente os níveis de produtividade. Consequentemente, setores que absorvem trabalhadores adicionais, a produtividade marginal desses trabalhadores adicionais pode ser baixa, reduzindo as taxas de crescimento da produtividade setorial.

Para incluir essa dimensão na análise, De Vries et al. (2013) incluem um terceiro termo que é denominado **efeito dinâmico da mudança estrutural**:

$$D(PTA_t) = \sum_i s_{it-k}^H D(PT_{it}) + \sum_i PT_{it-k} D(s_{it}^H) + \sum_i DPT_{it} D(s_{it}^H), \quad (DV)$$

em que $D(PTA_t) = PTA_t - PTA_{t-k}$. Notem que (DV) é uma forma alternativa de se escrever (MR).⁶

O segundo termo na equação (DV) mede se os trabalhadores se deslocam para setores com nível de produtividade acima da média (**efeito de realocação estática**). O terceiro termo é conhecido como termo cruzado ou termo de interação. Ele representa o efeito conjunto das mudanças nas participações no emprego e na produtividade setorial. É positivo (negativo) se os trabalhadores estiverem se deslocando para setores que estão experimentando crescimento positivo (negativo) da produtividade. Portanto, o termo de

⁵ Para detalhes do cálculo ver Anexo.

⁶ Para detalhes do cálculo ver Anexo.

realocação da equação (DV) é dividido em dois termos: se os trabalhadores se deslocam para setores com nível de produtividade acima da média (**efeito de realocação estática**) e se o crescimento da produtividade é maior em setores que se expandem em termos de participação no emprego (**efeito de realocação dinâmica**).

Uma quinta variante do método MR/DV consiste na análise baseada em anos sucessivos, ou seja, o crescimento da produtividade do trabalho e seus determinantes são calculados para cada ano, em vez de se calcular apenas os valores do início e do último ano analisado. Então, para se obter a decomposição para cada período, calcula-se a média desses valores anuais. Essa é a abordagem utilizada neste artigo também.

Mas, de qualquer forma, todas essas decomposições diferem da equação (3) pois é uma análise em primeira diferença e não na taxa de crescimento.

E por fim, apresenta-se a especificação **TRAD** de Nordhaus (2002), que foi a utilizada no artigo de Matos (2026). Nessa abordagem a taxa de crescimento da produtividade do trabalho foi calculada a partir de uma aproximação logarítmica. Conforme mencionado no artigo, a aproximação logarítmica se distancia da taxa de crescimento observada quando as taxas de crescimento são muito elevadas. No artigo de Matos (2026) a especificação utilizada foi:⁷

$$D(\ln PTA_t) \cong \sum_i s_{i0}^V D(\ln PTA_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{i0}^V) D(\ln PTA_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{it-1}^H) (D(\ln H_{it}) - D(\ln H_t)) \quad (N-1)$$

Já, nos estudos divulgados nos Relatórios de Política Monetária do Banco Central do Brasil (2023 e 2026), os dois primeiros termos são agrupados em apenas um termo:

$$D(\ln PTA_t) \cong \sum_i s_{it-1}^V D(\ln PTA_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{it-1}^H) (D(\ln H_{it}) - D(\ln H_t)) \quad (N-2)$$

Neste caso, o primeiro termo (**efeito intrasetorial**) será igual à fórmula **TRAD** da equação (3) se o valor de s_{it}^V for o mesmo. Em Matos (2026) foi utilizado o peso nominal e na equação (3) é o real.

Com relação ao efeito composição (efeito Denison (ED)), em nível agregado, ele mostra que o crescimento/contração da produtividade do trabalho pode ocorrer sem que a produtividade cresça/recue em cada setor, caso os trabalhadores (horas) migrem de setores menos produtivos para setores mais produtivos. Mas, em termos setoriais, o ED pode gerar valores muito distintos dos valores do ENR, devido à fórmula utilizada para o cálculo dos efeitos. Além disso, como não há o termo de interação, a versão **TRAD** de Nordhaus (2002) e de Matos (2026) geram um resíduo elevado, especialmente em períodos com variações da PTA mais expressivas, pois o erro da aproximação logarítmica é mais elevado também. Esses temas são abordados na seção três.

2.3 Decomposição Exatamente Aditiva Generalizada (GEAD)

Ao levar em consideração as mudanças nos preços relativos, a fórmula **GEAD** é capaz de gerar estimativas de contribuição setorial que são perfeitamente aditivas, independentemente de como o produto real é calculado. Apesar dessa clara vantagem sobre outras fórmulas de decomposição, a fórmula **GEAD** ainda não é amplamente

⁷ Para detalhes do cálculo ver Anexo. Em Matos (2026) o operador Δ representava a variação no nível e não a taxa de crescimento. Mas como é uma diferença em log é equivalente à taxa de crescimento.

utilizada por analistas de produtividade, possivelmente devido a alguns de seus resultados serem percebidos como contraintuitivos.

A fórmula **GEAD** tem um ponto de partida diferente do método **TRAD**. Observe que o Valor Adicionado Nominal é sempre aditivo entre os setores:

$$VA_{Nt} = \sum_i VA_{Nit}$$

Por definição, $VA_{Nt} = P_t VA_t$ e $VA_{Nit} = P_{it} VA_{it}$, onde P são os preços correspondentes e VA é o valor adicionado real, então:

$$VA_{Nt} = \sum_i VA_{Nit} = \sum_i P_{it} VA_{it}$$

Definindo $p_{it} = \frac{P_{it}}{P_t}$, a relação entre a produtividade agregada ($PTA_t = \frac{VA_t}{H_t}$) e as produtividades setoriais ($PT_{it} = \frac{VA_{it}}{H_{it}}$) pode ser escrita como:

$$PTA_t = \frac{VA_t}{H_t} = \frac{VA_{Nt}}{P_t H_t} = \frac{\sum_i VA_{Nit}}{P_t H_t} = \frac{\sum_i P_{it} VA_{it}}{P_t H_t} = \frac{\sum_i P_{it} H_{it} VA_{it}}{P_t H_t H_{it}} = \sum_i p_{it} s_{it}^H VA_{it} \quad (5)$$

Embora a equação (3) seja válida apenas quando a produção é calculada usando os índices de quantidade de Laspeyres e de preços de Paasche com base fixa, a equação (4) sempre é válida independentemente da fórmula do número índice usada para se calcular a produção real. Em particular, a equação (5) é verdadeira quando índices encadeados são aplicados para se medir o produto real, como é o caso brasileiro. Substituindo a equação (5) na equação (2) e realizando algumas manipulações algébricas, a expressão pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \Delta PTA_t = & \sum_i \frac{VA_{Nit-1}}{VA_{Nt-1}} \Delta PT_{it} + \sum_i \frac{PT_{it-1}}{PTA_{t-1}} (p_{it} s_{it}^H - p_{it-1} s_{it-1}^H) \\ & + \sum_i \frac{PT_{it-1}}{PTA_{t-1}} (p_{it} s_{it}^H - p_{it-1} s_{it-1}^H) \Delta PT_{it} \quad (6) \end{aligned}$$

Assim como a decomposição **TRAD**, a **GEAD** decompõe a contribuição setorial em três efeitos: EDP, ENR e ECR. Com relação ao efeito EDP, observe que na equação (3) a soma das produtividades setoriais é ponderada pelo peso relativo dos setores no valor adicional real, enquanto na equação (6), a ponderação é dada pelo peso relativo dos setores no valor adicionado nominal.

No método **GEAD** os efeitos de realocação (ENR e ECR) não dependem apenas de como as participações setoriais do insumo de trabalho mudaram ao longo do tempo (como era o caso na decomposição do **TRAD**), mas também das variações relativas de preços. Consequentemente, uma queda na participação do insumo de trabalho de um setor pode ser compensada por um aumento nos preços relativos do setor. Na fórmula **GEAD**, um setor terá ENR positivo quando $p_{it} s_{it}^H > p_{it-1} s_{it-1}^H$. Já o ECR será positivo quando $p_{it} s_{it}^H > p_{it-1} s_{it-1}^H$ e $\Delta PT_{it} > 0$ ou quando $p_{it} s_{it}^H < p_{it-1} s_{it-1}^H$ e $\Delta PT_{it} < 0$. Se não houver movimentos nos preços relativos, então a fórmula **GEAD** torna-se igual à fórmula **TRAD**.

Uma forma alternativa de escrever a fórmula **GEAD** é apresentada em Diewert (2015) e para o caso brasileiro ela foi calculada por Squeff e De Negri (2014). A partir da equação (5) e definindo $s_{i0}^{VN} = \frac{VA_{Ni0}}{VA_{N0}}$, temos:⁸

$$\Delta PTA_t = \sum_i s_{i0}^{VN} ((1 + \Delta PT_{it})(1 + \Delta p_{it})(1 + \Delta s_{it}^H) - 1) \quad (7)$$

O crescimento da PTA pode ser escrito como uma função quadrática das taxas de crescimento dos três componentes: da produtividade do trabalho dos setores, dos preços setoriais relativos e das participações das horas trabalhadas dos setores no total das horas trabalhadas. E todos os componentes são ponderados pela participação do VA nominal dos respectivos setores no total da economia no início da amostra. Em geral, os estudos reescrevem (7) de duas maneiras. A primeira especificação é dada por:

$$\Delta PTA_t = \sum_i s_{i0}^{VN} (\Delta PT_{it} + \Delta p_{it} + \Delta s_{it}^H + \Delta PT_{it} \Delta p_{it} + \Delta PT_{it} \Delta s_{it}^H + \Delta p_{it} \Delta s_{it}^H + \Delta PT_{it} \Delta p_{it} \Delta s_{it}^H) \quad (8)$$

Neste caso, o primeiro termo é denominado EDP, medindo a contribuição da variação da produtividade de cada setor para o resultado agregado. Essa contribuição será positiva (negativa) quando houver aumento (queda) da produtividade setorial e é proporcional à participação do setor no VA nominal. Esse efeito independe de mudanças de preços relativos e de alterações nas participações das horas trabalhadas. É o mesmo termo da equação (4) aplicado na fórmula **GEAD**.

O segundo componente é denominado efeito preço: variações positivas (negativas) de preços relativos contribuem positivamente (negativamente) para o crescimento da PTA, de forma proporcional ao peso setorial.

Já o terceiro termo é chamado de efeito composição do insumo trabalho e mede a contribuição da variação da participação das horas trabalhadas setoriais no total das horas, independentemente da variação da produtividade ou da mudança de preços relativos. Assim, toda vez que houver aumento de s_{it}^H de um determinado setor i , haverá contribuição positiva para a variação da produtividade agregada, proporcionalmente ao peso setorial.

Com relação aos outros termos da equação (8), eles são termos de interação que é resultado da manipulação algébrica e são de difícil interpretação econômica. No entanto, como o efeito interação é a soma dos termos de segunda e terceira ordem e, em geral, apenas os termos de primeira ordem são mais relevantes e de maior contribuição, eles são muitas vezes desconsiderados. No entanto, Diewert (2015) propõe distribuir os quatro termos de segunda e de terceira ordem nos três termos de primeira ordem. Com isso, a decomposição do crescimento da PTA é dividida em três componentes e uma segunda especificação da equação (8) é dada por:

$$\Delta PTA_t = \sum_i (\delta PT_{it} + \delta p_{it} + \delta s_{it}^H), \quad (9)$$

Em que:

$$\begin{aligned} \delta PT_{it} &= s_{i0}^{VN} \Delta PT_{it} \left(1 + \frac{\Delta p_{it}}{2} + \frac{\Delta s_{it}^H}{2} + \frac{\Delta p_{it} \Delta s_{it}^H}{3} \right), \\ \delta p_{it} &= s_{i0}^{VN} \Delta p_{it} \left(1 + \frac{\Delta PT_{it}}{2} + \frac{\Delta s_{it}^H}{2} + \frac{\Delta PT_{it} \Delta s_{it}^H}{3} \right), \\ \delta s_{it}^H &= s_{i0}^{VN} \Delta s_{it}^H \left(1 + \frac{\Delta PT_{it}}{2} + \frac{\Delta p_{it}}{2} + \frac{\Delta PT_{it} \Delta p_{it}}{3} \right) \end{aligned}$$

⁸ Para detalhes do cálculo ver Anexo.

Neste caso, os três termos representam os principais efeitos da fórmula **GEAD**: efeito eficiência intrasetorial ou EDP (δPT_{it}); ii) efeito composição (δs_{it}^H); e iii) efeito preço (δp_{it}).

E por fim, em linha com a discussão anterior sobre as desvantagens do uso de pesos fixos no período 0, para análises de períodos mais longo, o peso s_{i0}^{VN} nas equações (6)-(8), será substituído por s_{it-1}^{VN} . Esse procedimento também está presente em Squeff e De Negri (2014).

3. Decomposição do crescimento da produtividade do trabalho (1996-2025)

Esta seção apresenta as decomposições do crescimento da PTA no Brasil durante o período de 1996 a 2025, de acordo com as fórmulas de decomposição **TRAD** e **GEAD** para os 12 setores das Contas Nacionais.⁹

Em primeiro lugar, são apresentados os resultados no nível agregado e, em seguida, no nível setorial. Ademais, há uma análise comparativa dos resultados obtidos pelas diferentes fórmulas, mostrando os motivos pelos quais eles são diferentes. Conforme mencionado anteriormente, nessa seção, para ambos os métodos, são investigadas especificações alternativas de decomposição da PTA.

3.1 Decomposição do crescimento da PTA: Efeito puro do crescimento da produtividade (EDP) e Efeitos de Realocação: Método TRAD e GEAD

3.1.1. Método TRAD

Em primeiro lugar é importante comparar os resultados obtidos pela decomposição **TRAD** (equação (3)) e a decomposição da Tabela 2 do artigo Matos (2026), pelo método Nordhaus (2002). Conforme discutido no artigo, a fórmula utilizada era uma aproximação e que gerava um resíduo que poderia ser elevado a depender do período analisado. A metodologia **TRAD** apresentada neste estudo gera uma decomposição mais abrangente de todos os efeitos analisados pela literatura e, conseqüentemente, produz um menor resíduo.

Adicionalmente, conforme destacado anteriormente, o uso de metodologias de base móvel no cálculo dos indicadores de volume corrige o problema da obsolescência dos preços relativos presente em sistemas de base fixa, mas há a perda da aditividade das séries encadeadas. Por isso, a avaliação da contribuição de cada componente para o indicador agregado se restringe às taxas de crescimento. No caso dos indicadores de Laspeyres com atualização anual dos pesos, a literatura é consensual quanto ao método de cálculo de tais contribuições para o crescimento do VA apenas no caso do crescimento anual. Em particular, para um determinado período, o cálculo da contribuição acumulada para o crescimento do VA, necessita de reponderação. Neste caso, utiliza-se o procedimento presente no estudo do Banco Central do Brasil (BC), divulgado no Relatório de Política Monetária de dezembro de 2023 e detalhado na Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 46 (agosto de 2018). A contribuição é calculada ano a ano e então acumulada, mas é necessário que cada contribuição em t seja multiplicada pela variação da PTA naquele período para que a soma dos efeitos analisados coincida com a variação acumulada do indicador agregado. Para a decomposição da produtividade é

⁹ Análises com nível de desagregação setorial mais granular será objeto de um estudo futuro.

necessário reponderar todos os componentes da equação (3), inclusive o resíduo (ver equação A.1 de Matos (2026)).

Em linhas gerais, os resultados agregados da Tabela 1 são relativamente similares aos resultados da Tabela 2 (Matos (2026)). Entre o período de 1996 e 2025, tanto o EDP, quanto o ENR (Efeito Nível de Realocação) contribuíram para o crescimento da PTA no Brasil. Em Matos (2006), também foi calculado o Efeito Baumol (EB), entretanto, como ele teve uma baixa contribuição, ele não foi calculado separadamente. De fato, o EB foi incorporado ao EDP.¹⁰ Nesse artigo seguimos estritamente a abordagem de Dumagan (2012) e Avillez (2012).

O efeito ECR foi ligeiramente negativo em todos os períodos. Conforme esperado, o resíduo foi nulo. Adicionalmente, a decomposição sinaliza que há heterogeneidade entre os períodos, mas, em linhas gerais, eles também mostram resultados similares às decomposições presentes na Tabela 2 de Matos (2026).

Tabela 1: Decomposição do crescimento do VA e da produtividade por hora trabalhada (% a.a.) 1996-2025 - períodos selecionados

	1996-2025	1996-2000	2001-2006	2007-2013	2014-2019	2020-2025
VA	2,2	2,1	3,1	3,6	-0,3	2,2
HORAS	1,3	1,6	2,2	1,3	-0,1	1,8
PTA*	0,8 (39%)	0,5 (22%)	0,9 (28%)	2,3 (64%)	-0,2 (53%)	0,3 (16%)
EDP	0,5	0,2	0,2	1,9	0,2	-0,2
ENR	0,4	0,3	0,8	0,5	-0,2	0,6
ECR	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1
Res	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*A contribuição da PTA para o crescimento do VA em parênteses.

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

No primeiro período, de 1996 a 2000, houve um baixo crescimento da produtividade, de 0,5% a.a., contribuindo apenas com 22% para o crescimento da economia, que foi de 2,1% a.a. Mudança de realocação em nível (ENR) foi o fator mais importante nestes anos, seguido do EDP.

Entre 2001 e 2006, a taxa de crescimento da economia foi de 3,1% ao ano, um valor muito elevado. A despeito de um crescimento elevado da produtividade de 0,9% a.a., sua contribuição foi de apenas 28% para o crescimento da economia, pois o restante foi explicado pelo expressivo crescimento das horas trabalhadas. Mudança de realocação em nível (ENR) foi o fator mais importante nestes anos para o aumento da PTA. Já o ECR contribuiu negativamente.

No terceiro período, entre 2007 e 2013, foi o período de maior crescimento econômico e da produtividade. A PTA contribuiu com 64% para o crescimento, bem superior à contribuição das horas trabalhadas. O grande destaque foi o crescimento puro da PT (EDP), pois ele contribui com 83% para o crescimento, com uma taxa de crescimento média de 1,9% a.a.

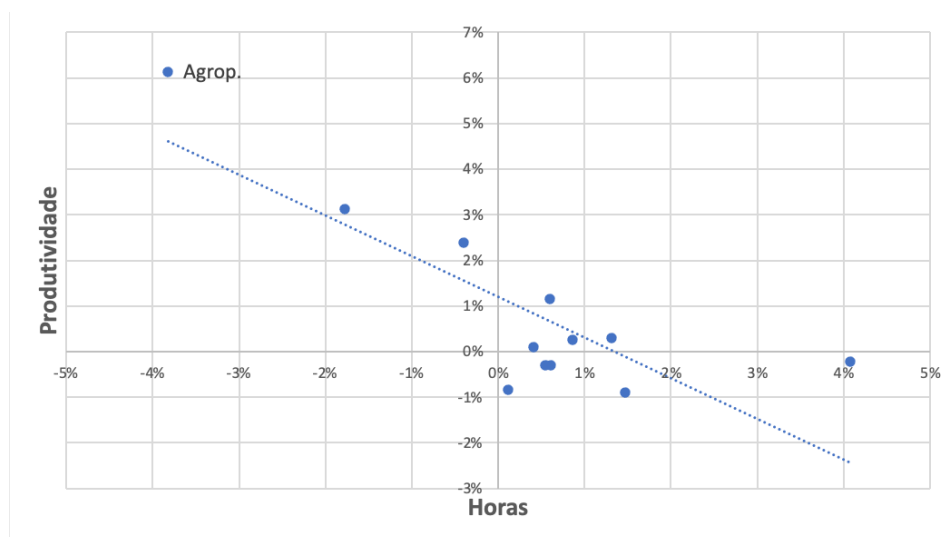
No período seguinte, entre 2014 e 2019, ocorreu a grande recessão e um baixo crescimento após a saída da recessão, entre 2017 e 2019. Houve uma contração média de 0,3% a.a. do VA, e a queda da PTA foi o fator mais relevante. O efeito EDP foi ligeiramente positivo (0,2%), um resultado um pouco distinto de Matos (2026), pois a soma do EDP e o EB foi nula e não positiva.

¹⁰ De acordo com a seguinte equação: $\sum_i s_{it-1}^V D(PTA_{it}) = \sum_i s_{i0}^V D(PTA_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{i0}^V) D(PTA_{it})$.

E por fim, nos últimos 6 anos, a despeito de um elevado crescimento do VA de 2,2% a.a., a PTA cresceu apenas 0,3% a.a., contribuindo apenas com 16% com o crescimento, o menor valor observado em todos os períodos analisados. Mesmo não estando em um momento recessivo, a contribuição do EDP foi negativa e não observada em outros períodos. O efeito de realocação em nível contribuiu positivamente com 0,6 p.p. e foi totalmente o responsável pelo crescimento de 0,3%.

Em suma, há elevada volatilidade do crescimento do efeito puro da produtividade (EDP) a longo dos anos, porém, com exceção do período da grande recessão, o ENR, sempre foi positivo e fundamental para o crescimento da produtividade do trabalho no Brasil. A despeito de ter uma reduzida contribuição, o ECR sempre foi negativo, ou seja, ele mostra a propensão do trabalho de migrar para setores onde a produtividade do trabalho está estagnada ou em declínio. O Gráfico 1 mostra esta relação negativa.

Gráfico 1: Diferença entre a taxa média de crescimento das horas trabalhadas setoriais em relação à média da economia e a taxa média de crescimento da produtividade setorial por hora trabalhada (1996-2025)



Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

3.1.2 Método GEAD

Em linhas gerais, há concordância substancial entre as duas fórmulas no nível agregado. Resultado em linha ao observado para os dados canadenses (Avillez (2012)).

A Tabela 2 mostra que entre o período de 1996 e 2025, tanto o EDP, quanto o ENR (Efeito Nível de Realocação) contribuíram para o crescimento da PTA no Brasil. O Efeito ECR foi negativo para o período como um todo. Como esperado, o resíduo foi nulo em todos os períodos.

No mesmo sentido, a decomposição sinaliza que há heterogeneidade entre os períodos, mas, em linhas gerais, são similares às decomposições presentes na Tabela 1. Entre as principais diferenças pode-se destacar uma contribuição ligeiramente menor do EDP, uma contribuição ligeiramente maior do ENR e uma contribuição ligeiramente mais negativa do ECR. Além disso, entre 2014 e 2019, o efeito ENR foi positivo pelo método **GEAD** e foi negativo pelo método **TRAD**. Entretanto, o EDP, deixou de ser positivo e foi nulo pelo método **GEAD**. Já o ECR foi um pouco mais negativo. Entre 2020 e 2025, houve um aumento da contribuição do ENR de 0,6 p.p. para 0,8 p.p., e uma contribuição

ligeiramente mais negativa do ECR. Já o EDP continuou negativo e de mesma magnitude (-0,2 p.p.).

Tabela 2: Decomposição do crescimento do VA e da produtividade por hora trabalhada – Método GEAD – equação 6 (% a.a.) 1996-2025 - períodos selecionados

	1996-2025	1996-2000	2001-2006	2007-2013	2014-2019	2020-2025
VA	2,2	2,1	3,1	3,6	-0,3	2,2
HORAS	1,3	1,6	2,2	1,3	-0,1	1,8
PTA*	0,8 (39%)	0,4 (22%)	0,9 (28%)	2,3 (64%)	-0,2 (53%)	0,3 (16%)
EDP	0,5	0,4	0,1	1,9	0,0	-0,2
ENR	0,5	0,1	1,0	0,5	0,1	0,8
ECR	-0,2	0,0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2
Res	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*A contribuição da PTA para o crescimento do VA em parênteses.

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

E por fim, a Tabela 3 mostra a decomposição da PTA pelo método **GEAD** calculando as desagregações de acordo com a equação 8, separando os efeitos EDP, preço e trabalho separadamente.

Em linhas gerais os resultados são muito similares aos da Tabela 2, pois as contribuições do efeito preço e o dos termos da interação são baixas.¹¹

Tabela 3: Decomposição do crescimento do VA e da produtividade por hora trabalhada – Método GEAD – equação 8 (% a.a.) 1996-2025 - períodos selecionados

	1996-2025	1996-2000	2001-2006	2007-2013	2014-2019	2020-2025
VA	2,2	2,1	3,1	3,6	-0,3	2,2
HORAS	1,3	1,6	2,2	1,3	-0,1	1,8
PTA*	0,8 (39%)	0,4 (22%)	0,9 (28%)	2,3 (64%)	-0,2 (53%)	0,3 (16%)
EDP	0,5	0,4	0,1	1,9	0,0	-0,2
EFEITO PREÇO	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,1	0,1
EFEITO HORAS	0,5	0,4	1,0	0,7	-0,1	0,6
Interação	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2
Res	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*A contribuição da PTA para o crescimento do VA em parênteses.

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

Controlando pelo efeito preço, entre 1996-2000 e 2007-2013, o efeito trabalho foi um pouco maior que o ENR, pois o efeito preço foi negativo. Mas, nos dois últimos períodos, como o efeito preço foi ligeiramente positivo, a magnitude do efeito trabalho foi reduzida.

Como a contribuição dos termos de interação é muito pequena não é necessário analisar os resultados da equação 9. Os valores dos três principais efeitos (direto, preço e trabalho) são pouco afetados pela distribuição do valor do termo de interação.

3.2. Contribuição setorial para o EDP, Efeitos de realocação e Efeito Preço: métodos TRAD vs GEAD

¹¹ Para o período entre 2001 e 2009, Squeff e De Negri (2014) encontraram as seguintes contribuições para o crescimento acumulado de 7,0% da PTA: 78%, 9%, 33% e -20% para os efeitos EDP, preço, trabalho e interação, respectivamente. Calculando as contribuições para o mesmo período do crescimento acumulado de 10,9% da PTA: 52%, -9%, 72% e -16%. Importante destacar que os autores utilizaram população ocupada e não horas trabalhadas para o cálculo da produtividade.

Segundo Matos (2026), nesta seção são analisadas as contribuições setoriais para cada um dos componentes da decomposição **TRAD** e **GEAD**.

Para facilitar o entendimento dos resultados encontrados, a Tabela 4 apresenta os pesos setoriais no VA real e nominal, bem como os pesos nas horas trabalhadas, a PT relativa de cada setor em relação à PTA para os anos de 1995 e 2025, representando o início da série histórica até o último ano disponível. Adicionalmente, os níveis de preços dos setores e seus respectivos preços relativos com relação ao preço do VA agregado.

Tabela 4: Pesos setoriais no VA real e nominal, preços relativos, pesos nas horas trabalhadas e PT relativa: 1995 e 2025

	PESO VA REAL		PESO VA NOMINAL		PREÇOS (2021=100)*		PREÇOS REL. (Cres. %)		PESO HORAS		PT REL.**	
	1995	2025	1995	2025	1995	2025	1995	2025	1995	2025	1995	2025
Agropecuária	5	8	6	9	14	106	1,1	0,9	(-22)	23	7	23
Indústria Total	33	25	27	23	12	119	0,9	0,9	(8)	20	21	165
Extrativa Mineral	4	6	1	4	2	81	0,2	0,6	(260)	1	1	587
Indústria de Transformação	21	13	17	14	11	137	0,8	1,1	(30)	12	12	178
Construção	4	4	7	4	23	131	1,7	1,0	(-38)	6	7	70
SIUP	3	3	2	2	13	100	1,0	0,8	(-17)	1	1	195
Serviços Total	63	67	67	69	14	131	1,1	1,0	(-1)	57	72	110
Comércio	13	12	9	12	9	123	0,7	1,0	(40)	18	20	75
Transporte	4	4	3	4	11	113	0,8	0,9	(15)	4	6	109
Serviço de Informação	2	4	2	4	22	121	1,6	1,0	(-41)	1	2	285
Intermediação Financeira	5	6	11	8	31	179	2,3	1,4	(-39)	1	2	346
Outros Serviços	16	18	15	18	13	127	0,9	1,0	(6)	24	31	69
Ser. Imobiliários/ Aluguel	7	9	10	9	19	124	1,4	1,0	(-30)	1	1	1373
APU	18	15	17	16	13	136	1,0	1,1	(11)	9	11	200

*Para o VA Total: 13 em 1995 e 126 em 2025. **A PT relativa por horas trabalhadas

Fonte: IBGE e Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

A Tabela 5 apresenta os resultados consolidados para os dois métodos. Em primeiro lugar é importante comparar se há resultados setoriais distintos entre as decomposições setoriais de Matos (2026) e as decomposições geradas pelo método **TRAD** conforme equação (3).

Tabela 5: Decomposição da variação acumulada da PTA entre 1996-2025 (28%). Contribuição setorial para o EDP, ENR e ECR* – Métodos TRAD e GEAD

	Crescimento (% a.a.)			TRAD				GEAD			
	VA	HORAS	PT	TOTAL	EDP	ENR	ECR	TOTAL	EDP	ENR	ECR
VA TOTAL	2,2	1,3	0,8	28,0	17,4	14,2	-3,6	28,0	16,4	17,0	-5,5
Agropecuária	3,6	-2,5	6,1	5,1	13,6	-7,8	-0,6	3,3	12,5	-8,0	-1,2
Indústria Total	1,2	1,5	0,0	0,9	2,1	0,1	-1,3	3,0	-0,3	5,1	-1,8
Extrativa Mineral	3,2	0,9	2,4	3,3	3,8	0,0	-0,6	4,0	1,0	4,0	-1,0
Indústria de Transformação	0,5	1,5	-0,8	-4,0	-4,4	0,8	-0,3	0,7	-3,7	5,1	-0,6
Construção	1,5	1,9	-0,3	0,3	-0,4	0,8	-0,1	-2,3	-1,0	-1,6	0,2
SIUP	2,6	-0,4	3,1	1,3	3,1	-1,5	-0,3	0,6	3,4	-2,4	-0,4
Serviços Total	2,4	2,1	0,2	21,9	1,7	21,9	-1,7	21,7	4,2	20,0	-2,4
Comércio	1,8	1,8	0,1	2,1	0,6	1,6	-0,1	5,7	1,5	4,8	-0,5
Transporte	1,8	2,8	-0,9	0,8	-1,4	2,3	-0,1	1,2	-1,3	2,6	-0,1
Serviço de Informação	5,1	5,4	-0,2	3,3	0,3	3,3	-0,3	2,1	-0,1	2,7	-0,4
Intermediação Financeira	3,0	1,9	1,2	3,2	1,7	1,5	-0,1	0,3	3,2	-2,1	-0,7
Outros Serviços	2,4	2,2	0,3	6,4	1,8	5,0	-0,4	7,3	1,9	5,9	-0,5
Ser. Imobiliários/ Aluguel	2,9	2,6	0,3	4,4	0,5	4,4	-0,6	1,3	1,3	0,2	-0,2
APU	1,6	1,9	-0,3	1,7	-1,9	3,7	0,0	3,7	-2,2	5,9	0,0

*A contribuição é calculada ano a ano e então acumulada.

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

Com relação ao método **TRAD**, os dados da Tabela 5 mostram que a contribuição da agropecuária para a PTA continuou determinante para o EDP. A despeito de sua baixa participação no VA real (5% em 1995 e 8% em 2025), o setor contribui com 13,6 p.p. (78%) para o EDP agregado, um valor menor que o obtido em Matos (2006). Apesar da contribuição positiva da indústria total com 2,1p.p. (12%), o resultado da indústria de transformação é ainda muito negativo e similar ao obtido anteriormente. Mas há um aumento da contribuição da indústria extrativa de 6% para 22%.

Em serviços, o valor também é menor 10% (ante 21%), entretanto o resultado é explicado fundamentalmente pela intermediação financeira com 10%, ante 29%. Isso decorre porque o peso do setor no VA real é bem menor que o seu peso no nominal (ver Tabela 4). Relembrando que em Matos (2026) o peso utilizado foi o nominal e não o real.

Com relação ao ENR, o diagnóstico é muito diferente do obtido em Matos (2026), pois, conforme mencionado anteriormente, as fórmulas medem de forma muito distintas esses efeitos. Por exemplo, a agropecuária contribuía positivamente para o EC (ED) em 60%. Agora, ela contribui com 55%, mas negativamente (-7,8 p.p.).

Pela equação 3, o valor de $D(s_{it}^H)$ é negativo para a agropecuária em quase todos os anos. Além disso, esse efeito está aumentando ao longo dos anos devido ao aumento contínuo da produtividade relativa do setor. Em 2025, a PT relativa já estava acima de 1. Porém, em serviços há um aumento no peso das horas em todos os segmentos. Além disso, serviços de informação, intermediação financeira, serviços imobiliários/ aluguel e APU, possuem uma PT relativa acima de 1. Nos serviços privados mais intensivos em trabalho (comércio, transporte e outros serviços), a despeito da redução na PT relativa ao longo dos anos, o aumento na participação das horas foi muito elevado e positivo.

De fato, a forma como o ENR é calculada, o termo $D(s_{it}^H)$ é determinante para a contribuição setorial. Setores que perdem participação contribuem negativamente e, aqueles que ganham, contribuem positivamente. Evidentemente, o ECR será negativo e mais elevado em setores com redução da PT relativa e $D(s_{it}^H) > 0$, entretanto, é um valor muito baixo quando comparado ao valor positivo do ENR.

Pela fórmula do EC (ED) na especificação de Nordhaus (2002) - equação (N-1) - a contribuição da agropecuária foi sempre muito positiva, pois a variação muito negativa da redução das horas em relação à média da economia, é multiplicada pela diferença entre o peso no VA e o peso nas horas. Para toda a série histórica $s_{it-1}^V < s_{it-1}^H$, e apenas em 2025 esta relação mudou de sinal, pois, em 2025, o peso no VA nominal aumentou para 9,1% e no VA real para 8,0% - que representam os maiores pesos desde 1995-

concomitantemente, a participação nas horas foi reduzida para 7,3%, o menor valor da série histórica (ver Tabela 4).

Em outros serviços, comércio e transportes, por exemplo, o peso no VA é sempre menor que o peso nas horas, então, as contribuições para o ED serão sempre negativas, desde que há aumento no crescimento das horas em relação à média da economia. Mas, para serviços de informação, intermediação financeira, serviços imobiliários/ aluguel e APU a relação é oposta, pois o peso no VA (nominal ou real) é sistematicamente superior ao peso nas horas. Nesse sentido, na formulação **TRAD** de Matos (2026), o cálculo setorial do efeito composição é bem mais intuitivo que o obtido pelo termo ENR, segundo avaliação do autor. Provavelmente isso pode explicar o uso ainda muito disseminado da especificação **TRAD** de Nordhaus (2002) e não a especificação **TRAD** da equação (3).

De fato, a crítica em relação ao efeito ENR da equação (3) é o que motivou uma alteração da fórmula **TRAD** denominada **CSLS**, que altera a especificação do ENR. Esse ponto será discutido na próxima seção.

Com relação às decomposições setoriais da fórmula **GEAD** (equação 6), a única diferença com relação ao efeito EDP é o peso utilizado: peso do VA nominal na fórmula **GEAD** e na **TRAD** é real. Nesse caso, há novamente uma redução na contribuição da indústria extrativa, pois o peso no VA nominal é menor que no real. Em serviços, a contribuição do EDP é maior, devido aos seguintes setores: comércio, intermediação financeira e serviços imobiliários/ aluguel.

No que tange ao ENR, quando há controle das mudanças de preços relativos, há um aumento na contribuição total do efeito, com um impacto muito significativo na indústria total. A indústria extrativa e de transformação agora representam 30% (5,1 p.p) do efeito ENR total ante 1% pelo método **TRAD**. Já em serviços, há uma forte redução na contribuição da intermediação financeira e dos serviços imobiliários/aluguel. Por outro lado, eleva a contribuição do comércio. A magnitude da contribuição negativa do ECR é maior em todos os grandes setores da economia pelo método **GEAD**.

Para o Canadá, a contribuição da indústria manufatureira também foi alterada pelo método **GEAD**. Mas, é importante mencionar que os estudos concentram a análise nos setores privados e excluem os serviços imobiliários devido ao uso do aluguel imputado no cálculo do VA. Isso está presente no estudo do Canadá também.

Como nos últimos 6 anos o EDP foi negativo no nível agregado, é importante ter um melhor diagnóstico do ponto de vista setorial desse fenômeno. Seguindo a análise de Matos (2026), a Tabela 6 reproduz a Tabela 5 para o período entre 2020 e 2025.

De acordo com a Tabela 5, a contribuição da agropecuária para a PTA entre 1996 e 2025 ficou entre 12% e 18%, mas, para o período mais recente, o quadro é bem diferente, pois a contribuição do setor aumentou para 52% pela fórmula **TRAD** e para 112% pela fórmula **GEAD**. Ou seja, ao controlar as alterações nos preços relativos, a contribuição da agropecuária para a PTA dobrou de valor. Houve também um aumento expressivo na contribuição da indústria, devido ao aumento da contribuição da indústria de transformação. O principal motivo para este aumento expressivo foi que para a agropecuária e para a indústria de transformação os preços relativos cresceram em média neste período 4,1% e 4,2% a.a., respectivamente. Consequentemente, para esses setores, o valor do ENR ficou positivo. Por outro lado, em serviços, o resultado foi oposto, pois ocorreu uma redução expressiva no valor do ENR e, com isso, a contribuição total de serviços foi fortemente negativa no período. Porém, o EDP de serviços é muito negativo

devido aos serviços públicos e às atividades imobiliárias (aluguel imputado) e não em serviços privados.¹²

Tabela 6: Decomposição da variação acumulada da PTA entre 2020-2025. Contribuição setorial para o EDP, ENR e ECR*: Métodos TRAD e GEAD

	Crescimento (% a.a.)			TRAD				GEAD			
	VA	HORAS	PT	TOTAL	EDP	ENR	ECR	TOTAL	EDP	ENR	ECR
VA TOTAL	2,2	1,8	0,3	2,1	-1,6	4,1	-0,4	2,1	-1,4	4,7	-1,2
Agropecuária	4,2	-1,1	5,4	1,1	2,4	-1,3	-0,1	2,3	2,2	0,4	-0,3
Indústria Total	1,6	1,8	-0,2	-0,4	-1,0	0,7	0,0	2,1	-1,0	3,6	-0,5
Ind Extr Mineral	3,4	5,4	-2,0	0,5	-0,7	1,2	0,0	0,9	-0,6	1,8	-0,3
Ind Transformação	0,1	1,9	-1,8	-1,4	-1,5	0,0	0,0	2,0	-1,6	3,7	-0,2
Construção	3,5	1,8	1,7	0,3	0,4	0,0	0,0	-0,2	0,4	-0,6	0,0
Slup	2,8	-1,4	4,2	0,2	0,8	-0,6	-0,1	-0,6	0,9	-1,4	-0,1
Serviços Total	2,2	2,2	0,0	1,4	-3,0	4,7	-0,4	-2,4	-2,6	0,7	-0,5
Comércio	1,6	1,6	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-1,1	0,1	-1,0	-0,2
Transportes e Armazenagem	1,1	3,4	-2,3	-0,2	-0,6	0,4	0,0	-0,8	-0,5	-0,3	0,0
Serviços de Informação	5,9	5,4	0,4	0,8	0,1	0,7	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0
Serviços Financeiros	3,0	4,5	-1,5	0,4	-0,6	1,0	0,0	1,4	-0,5	2,0	-0,1
Outros Serviços	3,3	1,8	1,5	1,5	1,6	0,1	-0,2	-0,2	1,8	-1,7	-0,2
Aluguel	2,2	5,2	-3,0	0,2	-1,6	2,0	-0,1	-0,9	-1,5	0,7	-0,1
Apu	0,6	2,5	-1,9	-1,2	-1,9	0,7	0,1	-1,1	-2,0	0,8	0,1

*A contribuição é calculada ano a ano e então acumulada.

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

E por fim, a Tabela 7 apresenta a segunda especificação da decomposição **GEAD** (equação 8), de acordo com Diewert (2015). Nessa especificação cada setor pode contribuir para os três principais efeitos: direto (EDP), preço e trabalho (horas). O termo de interação é relativamente pequeno quando analisamos a série histórica, mas, se mostrou mais significativo para o período mais recente. De fato, na Tabela 6, o termo ECR foi bem mais relevante para o período recente. O efeito preço (EP) também se mostrou mais relevante para o período recente e muito pouco significativo para o período histórico com um todo. É importante ressaltar que durante o período da Covid-19, houve uma significativa alteração nos preços relativos entre bens e serviços, não apenas na economia brasileira, mas também na economia mundial. E nesse período, o principal destaque é o EP da indústria de transformação, seguido da agropecuária.

Entretanto, para a agropecuária, a despeito do efeito trabalho (horas) contribuir negativamente para a PTA, o EDP foi o fator mais importante para os ganhos de produtividade do setor e não apenas o EP. Isso não ocorre com a indústria de transformação. Nesse caso, o EDP foi negativo para toda a série histórica e a maior parte da contribuição foi em função do efeito preço.

Para o período mais recente (2023-2025), a contribuição da indústria de transformação foi muito negativa e o resultado positivo registrado no período de 2020-2025 foi devido estritamente ao efeito preço durante o período da Covid-19. Com a reabertura da economia e a desinflação de alimentos e de bens industriais, o setor voltou ao seu padrão anterior de baixo crescimento/recuo da produtividade. Para a agropecuária também foi observado o efeito preço negativo, mas o EDP continuou positivo.

Tabela 7: Decomposição da variação acumulada da PTA entre 1996-2025 (28%) e 2020-2025 (2,1%) e 2023-2025 (2,8%). Contribuição setorial para o EDP, Preços, Horas e Interação* – Método GEAD (equação 8)

¹² Será objeto de pesquisa futura análise que exclui esses setores da decomposição.

	1996-2025					2020-2025					2023-2025				
	TOTAL	EDP	PREÇO	HORAS	Int.	TOTAL	EDP	PREÇO	HORAS	Int.	TOTAL	EDP	PREÇO	HORAS	Int.
VA TOTAL	28,0	16,4	-1,0	17,8	-5,2	2,1	-1,4	0,8	3,8	-1,2	2,8	0,9	0,3	2,1	-0,5
Agropecuária	3,3	12,5	-0,9	-7,6	-0,8	2,3	2,2	1,6	-1,5	0,0	0,6	2,5	-0,5	-1,2	-0,2
Indústria Total	-2,1	-2,6	1,6	0,7	-1,8	2,1	-1,0	3,4	0,4	-0,7	-2,2	-0,4	-2,1	0,5	-0,2
Ind Extr Mineral	-1,0	-1,3	0,8	0,3	-0,9	0,9	-0,6	1,0	1,0	-0,4	-1,7	0,0	-2,1	0,6	-0,2
Ind Transformação	0,7	-3,7	4,5	0,7	-0,8	2,0	-1,6	3,8	0,0	-0,2	-1,0	-0,5	-0,5	0,0	0,0
Construção	-2,3	-1,0	-3,0	1,3	0,3	-0,2	0,4	-0,6	0,1	0,0	0,4	0,1	0,5	-0,1	0,0
Slup	0,6	3,4	-0,7	-1,7	-0,4	-0,6	0,9	-0,8	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Serviços Total	21,7	4,2	-3,9	24,1	-2,7	-2,4	-2,6	-4,2	4,9	-0,4	4,4	-1,1	2,9	2,7	-0,1
Comércio	5,7	1,5	3,6	1,0	-0,4	-1,1	0,1	-0,9	-0,2	-0,2	-0,9	0,2	-0,8	-0,2	0,0
Transportes e Armazenagem	1,2	-1,3	0,5	2,0	0,0	-0,8	-0,5	-0,6	0,3	0,0	0,5	-0,3	0,5	0,4	0,0
Serviços de Informação	2,1	-0,1	-2,8	5,7	-0,7	0,2	0,1	-0,7	0,8	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
Serviços Financeiros	0,3	3,2	-3,8	1,6	-0,7	1,4	-0,5	0,8	1,2	-0,1	1,8	0,4	1,0	0,4	0,0
Outros Serviços	7,3	1,9	0,7	5,1	-0,4	-0,2	1,8	-1,7	0,0	-0,2	1,8	0,2	1,0	0,5	0,0
Aluguel	1,3	1,3	-4,2	4,9	-0,7	-0,9	-1,5	-1,2	2,0	-0,1	0,1	-1,1	0,0	1,3	-0,1
Apu	3,7	-2,2	2,1	3,7	0,1	-1,1	-2,0	0,0	0,7	0,2	0,8	-0,8	1,1	0,4	0,0

*A contribuição é calculada ano a ano e então acumulada

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

Além disso, o setor serviços voltou a contribuir com a produtividade, porém, o efeito preço e efeito trabalho (horas) explicam o resultado, pois o EDP foi muito negativo. Como destacado no artigo (Matos (2026)), para os EUA, o BLS destaca a PT no “setor empresarial” com e sem a agropecuária, ou seja, excluindo a APU e atividades imobiliárias do cálculo. Neste caso, por motivos metodológicos, a PT relativa das atividades imobiliárias é artificialmente muito elevada devido ao aluguel imputado (ver Tabela 4).¹³

Por fim, o baixo crescimento da produtividade agregada brasileira decorre do baixo crescimento dessa variável dentro dos setores econômicos e não em virtude de mudanças na estrutura produtiva. Apenas a agropecuária apresenta um crescimento puro da produtividade de forma consistente ao longo dos anos.

3.3. Método TRAD vs CSLS

Outro aspecto que foi abordado referente ao método **TRAD** está relacionado à forma como as contribuições setoriais para os efeitos de realocação são calculadas. O efeito nível de realocação de um setor será positivo desde que sua participação da mão de obra aumente, independentemente de o setor ter um nível de produtividade do trabalho acima ou abaixo da média. Consequentemente, a especificação **TRAD** - amplamente utilizada nos estudos que comparam com outras fórmulas de decomposição – é bastante problemática. De fato, para a agropecuária, por definição, em quase toda a sua série histórica, o ENR é negativo, pois $D(s_{it}^H) < 0$ para todo t , com exceção dos anos de 1999, 2016 e 2020.

Como foi mencionado anteriormente, o efeito composição da especificação **TRAD** de Nordhaus (2002) não tem esse viés, pois ele depende da diferença entre os pesos setoriais no valor adicionado e nas horas. Mas, de qualquer forma, essa especificação sofre de outras críticas, como já foi abordado anteriormente.

¹³ Produtividade do trabalho do “setor empresarial não agrícola” no Brasil. <https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade/artigos/nota-produtividade-do-trabalho-do-setor-empresarial-nao-agricola>. Ver Anexo A.2.

Diante dessa questão, Avillez (2012) utiliza uma fórmula alternativa que foi desenvolvida pelo Centre for the Study of Living Standards¹⁴ e foi denominada **CSLS**¹⁵. Assim como a decomposição **TRAD**, a fórmula **CSLS** também pressupõe produção real a preços constantes.

A diferença crucial entre as duas fórmulas reside na forma como o ENR e o ECR são especificados e interpretados. Assim como na decomposição **TRAD**, esses termos capturam variações na produtividade agregada do trabalho decorrentes de mudanças na alocação das horas trabalhadas para setores com níveis de produtividade do trabalho acima ou abaixo da média. Na decomposição **CSLS**, esse efeito é positivo quando um setor com produtividade do trabalho acima da média experimenta um aumento em sua participação no insumo de trabalho ou quando um setor com nível de produtividade do trabalho abaixo da média experimenta uma redução em sua participação no insumo de trabalho. Isso decorre da seguinte especificação:

$$\Delta PTA_t = \sum_i s_{it-1}^H \frac{\Delta PTA_{it}}{PTA_{t-1}} + \sum_i \frac{(PTA_{it-1} - PTA_{t-1})}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) + \sum_i \frac{(D(PTA_{it-1}) - D(PTA_{t-1}))}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H). \quad (10)$$

Para ambas as fórmulas a magnitude do ENR depende de $D(s_{it}^H)$, entretanto, na especificação **TRAD**, ele depende da razão entre o nível de produtividade do trabalho setorial e o nível de produtividade do trabalho agregado, enquanto na fórmula **CSLS**, ele depende da diferença absoluta entre os dois. O termo ECR da fórmula **CSLS** mede o impacto do deslocamento das horas trabalhadas para setores com crescimento da produtividade do trabalho acima ou abaixo da média. Ele é positivo tanto quando $D(s_{it}^H) > 0$ e $(D(PTA_{it-1}) - D(PTA_{t-1})) > 0$, ou quando ambos são negativos. Tanto o ECR do **TRAD** quanto o do **CSLS** são funções de $D(s_{it}^H)$. A diferença entre os dois se reflete, mais uma vez, no fato de que o ECR do **TRAD** depende da razão entre o nível de produtividade do trabalho de um setor e o nível de produtividade do trabalho agregado, ao passo que o ECR do **CSLS** é uma função da diferença entre o crescimento da produtividade do trabalho setorial e o crescimento da produtividade do trabalho agregado.

Com algumas manipulações algébricas é possível mostrar que o primeiro termo será igual ao EDP da fórmula **TRAD**.¹⁶ Apenas o ENR e ECR são reescritos de uma maneira alternativa e, conseqüentemente, são mais adequados para estimação dos efeitos de realocação das horas entre os setores. De fato, podemos subtrair PTA_{t-1} do segundo termo e $D(PTA_{t-1})$ do terceiro termo da equação (10) porque esses termos multiplicados por $D(s_{it}^H)$ são nulos, quando somados em todos os setores.

A Tabela 8 compara os resultados agregados e setoriais para o período entre 1996 e 2025 para as especificações **TRAD** e **CSLS**. Em termos da economia agregada, as fórmulas contam exatamente a mesma história. De acordo com ambas as fórmulas, tanto o efeito

¹⁴ Um destaque do centro é “International Productivity Monitor (IPM)”. O periódico é publicado pelo Centre for the Study of Living Standards (<https://www.csls.ca/>) em parceria com “The Productivity Institute - TPI” (<https://www.productivity.ac.uk/about-us/>). O IPM publica artigos sobre questões, tendências e desenvolvimentos relacionados à produtividade no Canadá e internacionalmente, construindo uma base de evidências e servindo como um fórum para a troca global de conhecimento sobre pesquisa em produtividade e tópicos correlatos. Os artigos são geralmente de linguagem acessível e destinados a um público amplo, incluindo pesquisadores, analistas de políticas públicas, formuladores de políticas e membros interessados do público em geral. O TPI é uma organização de pesquisa que atua em todo o Reino Unido, dedicada a compreender e abordar os desafios de produtividade de longa data do país. Ele é financiado pelo Conselho de Pesquisa Econômica e Social.

¹⁵ A especificação **CSLS** já foi utilizada na análise de decomposição nos artigos de Sharpe (2010a) e Sharpe (2010b).

¹⁶ Para detalhes do cálculo ver Anexo.

intrasetorial quanto o de realocação em nível (ENR), contribuem para o crescimento da produtividade.

Como esperado, em termos setoriais, as fórmulas contam histórias completamente distintas devido ao ENR. De fato, os resultados obtidos pela fórmula **CSLS** são próximos aos de Matos (2026), que utiliza a especificação de Nordhaus (2002). A agropecuária contribuiu com 70% do ENR de os serviços com apenas 34%, em particular a contribuição de outros serviços foi de -24%. Na Tabela 4 de Matos (2026), os resultados foram 90%, 35% e -21%, respectivamente.

Como houve uma redução na participação das horas trabalhadas na agropecuária e até 2025, a produtividade deste setor estava abaixo da média, o ENR foi positivo. Porém, isso tende a mudar a partir deste ano, pois, em 2025, a produtividade da agropecuária superou a produtividade média da economia. Já em outros serviços, como houve um aumento na participação das horas trabalhadas, o ENR foi negativo, pois essa atividade tem uma produtividade bem abaixo da média (Tabela 4).

Tabela 8: Decomposição da variação acumulada da PTA entre 1996-2025. Contribuição setorial para o EDP, ENR e ECR*: Métodos TRAD e CSLS

	TRAD						CSLS					
	EDP		ENR		ECR		EDP		ENR		ECR	
VA TOTAL	17,4	62	14,2	51	-3,6	-13	17,4	62	14,0	50	-3,6	-13
Agropecuária	13,6	78	-7,8	-55	-0,6	17	13,6	78	9,8	70	-0,6	17
Indústria Total	2,1	12	0,1	1	-1,3	36	2,1	12	-0,2	-1	-1,3	36
Extrativa Mineral	3,8	22	0,0	0	-0,6	15	3,8	22	0,1	1	-0,6	15
Indústria de Transformação	-4,4	-25	0,8	5	-0,3	9	-4,4	-25	0,9	6	-0,3	9
Construção	-0,4	-2	0,8	6	-0,1	2	-0,4	-2	-0,3	-2	-0,1	2
SIUP	3,1	18	-1,5	-11	-0,3	9	3,1	18	-0,9	-6	-0,3	9
Serviços Total	1,7	10	21,9	154	-1,7	47	1,7	10	4,4	31	-1,7	47
Comércio	0,6	4	1,6	11	-0,1	4	0,6	4	-0,7	-5	-0,1	4
Transporte	-1,4	-8	2,3	16	-0,1	2	-1,4	-8	-0,4	-3	-0,1	2
Serviço de Informação	0,3	2	3,3	23	-0,3	9	0,3	2	1,9	14	-0,3	9
Intermediação Financeira	1,7	10	1,5	11	-0,1	3	1,7	10	1,2	8	-0,1	3
Outros Serviços	1,8	11	5,0	35	-0,4	12	1,8	11	-3,4	-24	-0,4	12
Ser. Imobiliários/ Aluguel	0,5	3	4,4	31	-0,6	16	0,5	3	4,1	29	-0,6	16
APU	-1,9	-11	3,7	26	0,0	1	-1,9	-11	1,7	12	0,0	1

*A contribuição é calculada ano a ano e então acumulada. O termo ECR da fórmula CSLS foi mantido igual ao da fórmula TRAD, pois eles são iguais (ver Anexo).

Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

4. Três fórmulas de decomposição, três histórias diferentes. Qual é a melhor: TRAD, CSLS, Nordhaus ou GEAD?

Seguindo a análise de Avillez (2012), nas comparações entre as estimativas produzidas pelas fórmulas **TRAD**, **CSLS**, **Nordhaus** e **GEAD** há uma questão importante: apesar de algumas semelhanças, todas as fórmulas de decomposição apresentam cenários diferentes sobre quais setores impulsionaram o crescimento da produtividade do trabalho no Brasil. O próximo passo é buscar respostas para as seguintes questões: Qual conjunto de estimativas fornece um diagnóstico mais preciso da realidade econômica? É possível medir o impacto das variáveis reais no crescimento da produtividade agregada do trabalho, mas corrigindo o problema identificado no cálculo dos efeitos realocação em nível?

Em primeiro lugar, seguindo Avillez (2012), no nível da economia agregada, todas as fórmulas mostram que a maior parte do crescimento da produtividade do trabalho foi causada por melhorias não apenas da produtividade dentro de cada setor, mas também pela contribuição positiva da realocação setorial para o crescimento da produtividade.

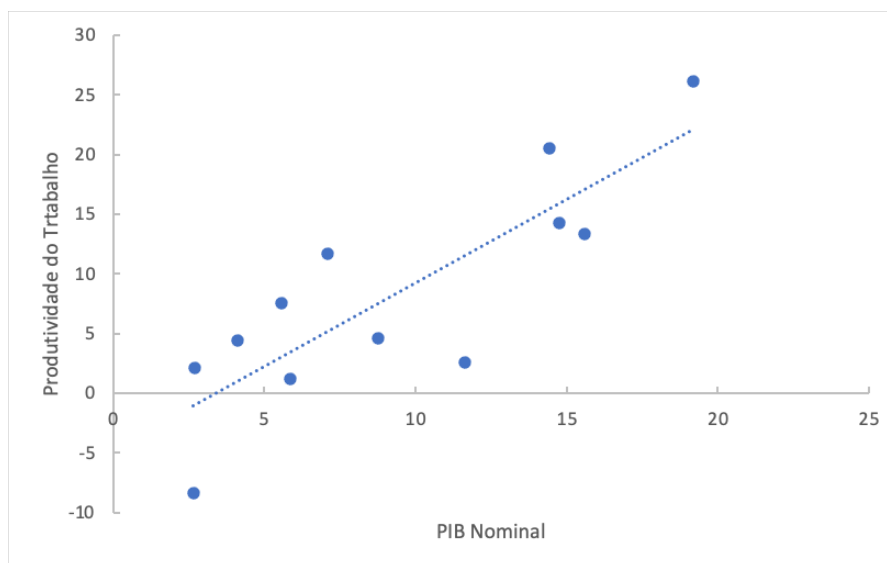
No que tange ao papel de cada setor individual no crescimento da produtividade agregada do trabalho, a margem de concordância é muito menor e as diferenças são muito significativas. Qual é o papel real da agropecuária e da indústria de transformação na

explicação do crescimento da produtividade do trabalho no Brasil? Qual fórmula produz estimativas mais precisas?

Na fórmula **TRAD**, as contribuições setoriais refletem apenas o impacto das variáveis reais no crescimento da produtividade agregada do trabalho, enquanto na fórmula **GEAD** elas também incorporam o efeito das mudanças nos preços relativos. Nesse sentido a fórmula **GEAD** consegue capturar a importância econômica geral de diferentes setores da economia. Ao incorporar os efeitos dos preços nas contribuições, a fórmula **GEAD** captura a importância econômica geral de diferentes setores para o crescimento da PTA. Isso explica, por exemplo, por que, na fórmula **GEAD**, a indústria de transformação que teve uma contribuição positiva para o crescimento da produtividade do trabalho, apesar do fraco desempenho de produtividade do setor (-0,8% ao ano entre 1996-2025). Isso se reflete no valor positivo elevado do ENR da especificação **GEAD-6**, e dos efeitos preço e trabalho (horas) na versão **GEAD-8**, com maior destaque para o efeito preço.

Conforme destacado por Avillez (2012), há uma crítica ao método **GEAD**, pois ele tende gerar contribuições totais para o crescimento da produtividade que se assemelham às contribuições para o crescimento do PIB nominal. Como ocorreu com os dados canadenses, o padrão de contribuições para o crescimento da produtividade no Brasil, provenientes do **GEAD**, corresponde de perto às contribuições para o crescimento do PIB nominal, conforme mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Contribuição setoriais para o crescimento da PTA e para o PIB nominal (1996-2025)



Fonte: Observatório da Produtividade Regis Bonelli. Elaboração do autor.

Além disso, há um outro aspecto em relação ao método **GEAD** que pode ser questionado e que não foi abordado por Avillez (2012). No artigo, o autor faz uma crítica ao método do cálculo do ENR e do ECR na especificação **TRAD**, porém, pelo método **GEAD** ele também ocorre. Mesmo controlando por mudanças de preços relativos, se $(p_{it}^H s_{it}^H - p_{it-1}^H s_{it-1}^H) < 0$, o ENR será sempre negativo, independentemente de o setor ter um nível de produtividade do trabalho acima ou abaixo da média, pois está sendo multiplicado apenas pela produtividade relativa do setor, que sempre será um valor positivo. Por exemplo, no Canadá, a agropecuária tem um ENR negativo pelo método **TRAD** e se torna positivo na especificação **CSLS**. No entanto, pela especificação **GEAD**, o ENR volta a ser negativo. No caso do Brasil, o ENR da agropecuária será negativo para quase todos os anos, pois com exceção dos anos 2002, 2003, 2016 e o período da Covid-19 (2020 e

2021), o termo $(p_{it}^{s_{it}^H} - p_{it-1}^{s_{it-1}^H})$ foi negativo. Para o ENR da agropecuária ser positivo, o aumento de preços tem que ser suficiente elevado para compensar o recuo inexorável da participação do setor nas horas trabalhadas.

Em suma, é impossível dizer qual conjunto de estimativas fornece um retrato mais preciso da realidade econômica, porque a fórmula **GEAD** está medindo algo muito distinto das fórmulas **TRAD/CSLS**. Sem dúvida, no contexto das metodologias **TRAD**, a fórmula **CSLS** seria a melhor especificação. Mas, entre **CSLS** e **GEAD**, não é possível fazer uma escolha. Mesmo a despeito das críticas com relação ao método **CSLS**, ele mede o impacto das variáveis reais no crescimento da PTA. A principal mensagem é que em vez de ver as estimativas construídas pelas fórmulas **TRAD/CSLS** e **GEAD** como narrativas “concorrentes”, é mais útil vê-las como fornecendo análises complementares sobre o papel de diferentes setores no impulsionamento do crescimento PTA.

5. Conclusão

Esse trabalho discutiu de forma abrangente como a literatura de crescimento econômico analisa a decomposição da produtividade do trabalho. Foram apresentados os principais métodos denominados tradicionais (**TRAD**) que decompõem a produtividade do trabalho em componentes relacionados à contribuição da produtividade dentro de cada atividade econômica para o resultado agregado e às mudanças na composição das horas trabalhadas. Além disso foi apresentado o método **GEAD** que inclui as contribuições de mudanças dos preços relativos para os ganhos de produtividade.

Esse estudo vai além dos trabalhos usualmente encontrados na literatura pois discute-se como diferentes fórmulas geram resultados distintos, sobretudo em relação às contribuições setoriais.

De forma resumida, no que tange à contribuição da produtividade dentro de cada atividade (EDP), os métodos contam histórias muito similares em termos setoriais: entre 1996 e 2025, a contribuição da agropecuária para o EDP ficou entre 75%-80%, a depender da metodologia adotada.

As discrepâncias ocorrem notadamente nas estimativas das contribuições relacionadas às mudanças na composição das horas trabalhadas, pois as fórmulas calculam esses efeitos de formas muito distintas. Outra fonte de divergência decorre do método que inclui na decomposição o componente relacionado às mudanças dos preços relativos para os ganhos de produtividade.

Em particular, com relação ao efeito realocação em nível, na fórmula **TRAD** de Dumagan (2012), a redução da participação da mão de obra na agropecuária causou um efeito negativo elevado no nível de realocação, que foi parcialmente compensado pelo efeito positivo do EDP.

O método **GEAD** eleva a contribuição do componente ENR, aumentando significativamente a contribuição da indústria de transformação e da extrativa. E a magnitude da contribuição negativa do ECR é maior em todos os grandes setores da economia pelo método **GEAD** quando comparado ao **TRAD**.

Quando a análise se concentra nos últimos 6 anos, ambos os métodos destacam o papel da agropecuária, pois apenas este setor tem EDP positivo e o como também ocorreu um aumento de preços relativos, tanto o ENR (**GEAD-6**) ou o efeito preço (**GEAD-8**) são positivos.

Com relação ao método **CSLS**, há diferenças significativas na alocação das contribuições setoriais para o crescimento da PTA em relação ao método **TRAD**. Enquanto os efeitos de realocação do **TRAD** tendem a se concentrar em setores específicos, o método **CSLS**, devido à forma como são especificados os efeitos de realocação, o efeito entre os setores fica mais distribuído, o que minimiza o impacto de dinâmicas de realocação atípicas. No entanto, conforme destacado por Avillez (2012), em última análise, pode-se argumentar que é impossível atribuir efeitos de realocação entre os setores de forma definitiva.

E por fim, pelo método **GEAD** há duas críticas que se destacam. A primeira refere-se a elevada correlação entre as contribuições setoriais para o crescimento da produtividade e as contribuições para o crescimento do PIB nominal. Como ocorreu como os dados canadenses, o padrão de contribuições para o crescimento da produtividade no Canadá, provenientes do **GEAD**, corresponde de perto às contribuições para o crescimento do PIB nominal. A segunda crítica refere-se ao método do cálculo do ENR e do ECR, em linha com a crítica feita com relação ao método **TRAD**.

Essa crítica não está presente em Avillez (2012) e pelo conhecimento da autora, esse é o primeiro trabalho que aponta para esse aspecto do método **GEAD**. Evidentemente ainda não foi possível propor uma alteração na especificação **GEAD** que pudesse resolver essa questão.

A despeito do aperfeiçoamento do método **GEAD** - que produz estimativas de contribuição setorial que são perfeitamente aditivas, independentemente de como o produto real é calculado - é importante ressaltar que há também críticas pertinentes a essa metodologia.

Dessa perspectiva, é impossível dizer qual conjunto de estimativas fornece um retrato mais preciso da realidade econômica, porque a fórmula **GEAD** está, em última análise, medindo algo muito diferente da fórmula **TRAD/CSLS**. Nas metodologias **TRAD/CSLS** as contribuições setoriais são função apenas de variáveis reais, enquanto na fórmula **GEAD** elas também são função das variações nos preços relativos. Dessa perspectiva, é impossível afirmar qual conjunto de estimativas fornece um retrato mais preciso da realidade econômica, pois a fórmula **GEAD** mede algo muito diferente das fórmulas **TRAD** e **CSLS**.

Em vez de ver as estimativas construídas pelas fórmulas **GEAD** e tradicionais como narrativas “concorrentes”, é mais útil vê-las como fornecendo histórias complementares sobre o papel de diferentes setores no impulsionamento do crescimento da produtividade agregada do trabalho.

Entretanto, é importante mencionar que há uma limitação em todas as análises apresentadas nesse artigo, porque os resultados são sensíveis ao nível de desagregação setorial utilizado. No artigo foi considerado a abertura com 12 setores da economia. Mas, se dentro de um setor, os recursos se deslocam de um subsetor para outro, e esses subsetores apresentam diferentes níveis de produtividade do trabalho, então o impacto mensurado do efeito de realocação sobre o crescimento da produtividade agregada do trabalho será diferente. Será objeto de pesquisa futura uma maior desagregação setorial para medir com maior acurácia a decomposição do crescimento da PTA.

6. Bibliografia

AVILLEZ, R., 2012, “Sectoral contributions to labour productivity growth in Canada: does the choice of decomposition formula matter?” *International Productivity Monitor*, n. 24, p. 97-117, 2012.

HOBIIJN, B.; MESTIERI, M.; WERQUIN, V.; ZHANG, J., 2025, “Quarterly Industry-Level Labor Productivity Data for the U.S.” Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago, No. 1 (<https://www.chicagofed.org/publications/economic-perspectives/2025/1>).

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes. Brasília: IPEA, 2014.

DE VRIES, G.J., TIMMER, M.P., DE VRIES, K., 2013, “Structural Transformation in Africa: Static Gains, Dynamic Losses”. Groningen Growth and Development Centre Research Memorandum GD-136.

DIEWERT, W. E., 2015, “Decomposition of productivity growth into sectoral effects.” Journal of Productivity Analysis, v. 43, n. 3, p. 367-387.

DUMAGAN, J. C., 2012, “A generalized exactly additive decomposition of aggregate labor productivity growth,” Review of Income and Wealth, online.

HALTIWANGER, J.C., 2000, “Aggregate Growth: What Have We Learned From Micro-economic Evidence?”, vol. 8. OECD, Paris. No. 78.

JACINTO, P.; RIBEIRO, E., (2015), “Crescimento da produtividade no setor de serviços e da indústria no Brasil: dinâmica e heterogeneidade”. Economia Aplicada, v. 19, n. 3, p. 401-427.

MATOS, S., 2026, “Fatores setoriais que impulsionaram o crescimento da produtividade do trabalho – análise atualizada com dados até 2025” (<https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade/artigos/fatores-setoriais-que-impulsionaram-o-crescimento-da-0>).

MCMILLAN, M. S.; RODRICK, D., 2011, “Globalization, structural change and productivity growth.” National Bureau of Economic Research.

NORDHAUS, W. D., 2002, “Productivity growth and the new economy,” Brookings Papers on Economic Activity, Vol. 33, No. 2, pp. 211–265.

Observatório da Produtividade Regis Bonelli (<https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade>).

PONTUAL, E., 2021, “Crescimento, produtividade e especialização produtiva: explorando a decomposição do crescimento,” Perspectiva Econômica, 17(1):26-33, 2021.

Relatório de Política Monetária - Análise setorial do PIB e da produtividade do trabalho, página 39 - dezembro de 2023.

(<https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202312/ri202312b1p.pdf>).

Relatório de Política Monetária - Evolução recente da produtividade do trabalho, página 48 – março de 2026.

(<https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202312/ri202312b1p.pdf>).

SANTOS, T., 2018, “Contribuição dos Componentes para o Crescimento Real do PIB Trimestral no Contexto de Índices de Laspeyres de Base Móvel: uma decomposição analítica” - Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 46.

SHARPE, A., 2010a, “The Paradox of Market- Oriented Public Policy and Poor Productivity Growth in Canada,” A Festschrift in Honour of David Dodge. Ottawa: Bank of Canada. [http:// www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/ 2010/09/sharpe.pdf](http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/09/sharpe.pdf)

SHARPE, A., 2010b, "Can Sectoral Reallocations of Labour Explain Canada's Absymal Productivity Performance?," International Productivity Monitor, Centre for the Study of Living Standards, vol. 19, pages 40-49, Spring. Absymal Productivity Performance?" International Productivity Monitor 19: 40–49. <https://www.csls.ca/ipm/19/IPM-19-sharpe.pdf>.

SQUEFF, G. C.; DE NEGRI, F., 2014, "Produtividade do trabalho e mudança estrutural no Brasil nos anos 2000". In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Orgs.). Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes: volume 1. Brasília: IPEA, 2014, p. 249-280.

TANG, J.; WANG, W., 2004, "Sources of aggregate labour productivity growth in Canada and the United States". Canadian journal of economics/revue canadienne d'économique, v. 37, n. 2, p. 421 - 444.

TOREZANI, T., (2020), "Produtividade da indústria brasileira: decomposição do crescimento e padrões de concentração em uma abordagem desagregada, 1996-2016". Rev. Bras. Inov., Campinas (SP), 19, p. 1-37, 2020.

TIMMER, M.P., DE VRIES, G.J., 2009, "Structural change and growth accelerations in Asia and Latin America: a new sectoral data set". Cliometrica 3, 165 e 190.

YILMAZ, G. (2016), "Labor productivity in the middle income trap and the graduated countries". Central Bank Review (CBR), ISSN 1303-0701, Elsevier, Amsterdam, Vol. 16, Iss. 2, pp. 73 – 83.

7. Anexo - Derivação das fórmulas de decomposição da produtividade do trabalho

Equação (3) - TRAD

Retomando a equação (2), sem divisão por PTA_{t-1} :

$$PTA_t - PTA_{t-1} = \sum_i (s_{it}^H PT_{it} - s_{it-1}^H PT_{it-1}). \quad (A1)$$

Somando e subtraindo, com seus respectivos somatórios, os termos $s_{it}^H PT_{it-1}$, $s_{it-1}^H PT_{it}$ e $s_{it-1}^H PT_{it-1}$ no lado direito de (A1):

$$\sum_i s_{it-1}^H (PT_{it} - PT_{it-1}) + \sum_i PT_{it-1} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) + \sum_i (PT_{it} - PT_{it-1}) (s_{it}^H - s_{it-1}^H) \frac{PT_{it-1}}{PT_{it-1}}. \quad (A2)$$

Dividindo tudo por PTA_{t-1} , do lado esquerdo temos $\frac{PTA_t - PTA_{t-1}}{PTA_{t-1}} = \Delta PTA_t$ e do lado direito:

$$\sum_i s_{it-1}^H (PT_{it} - PT_{it-1}) \frac{1}{PTA_{it-1}} + \sum_i \frac{PT_{it-1}}{PTA_{it-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) + \sum_i \frac{PT_{it-1}}{PTA_{it-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) \Delta PT_{it}. \quad (A3)$$

Note que o segundo e o terceiro termos são iguais aos da equação (3). Com relação ao primeiro termo de (A3), podemos reescrever como:

$$\sum_i s_{it-1}^H (PT_{it} - PT_{it-1}) \frac{1}{PTA_{it-1}} \frac{PT_{it-1}}{PT_{it-1}} = \sum_i s_{it-1}^H \Delta PT_{it} \frac{PT_{it-1}}{PTA_{it-1}}. \quad (A4)$$

Como $s_{it-1}^H = \frac{H_{it-1}}{H_{t-1}}$ e $VA_{it-1} = PT_{it-1}H_{it-1}$ e $VA_{t-1} = PTA_{t-1}H_{t-1}$ então:

$$\sum_i s_{it-1}^H \Delta PT_{it} \frac{PT_{it-1}}{PT_{Ait-1}} = \sum_i s_{it-1}^V \Delta PT_{it}, \quad (A5)$$

em que $s_{it-1}^V = \frac{VA_{it-1}}{VA_{t-1}}$. Então (A5) é igual ao primeiro termo da equação (3).

Equações (MR) e (DV): TRAD – Mcmillian e Rodrick (2011) e Timmer e De Vries (2009) e De Vries et al. (2013)

Note que a partir de (A1) se somarmos e subtrairmos apenas $s_{it-1}^H PT_{it}$ e definirmos $t-l$ como $t-k$, chega-se a (MR):

$$PTA_t - PTA_{t-k} = \sum_i s_{it-k}^H (PT_{it} - PT_{it-k}) + \sum_i PT_{it} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) \quad (MR)$$

Uma outra opção é somarmos e subtrairmos apenas $s_{it}^H PT_{it-k}$ e definirmos $t-l$ como $t-k$, chega-se a:

$$PTA_t - PTA_{t-k} = \sum_i s_i^H (PT_{it} - PT_{it-k}) + \sum_i PT_{it-k} (s_{it}^H - s_{it-k}^H).$$

Conforme discutido, para tornar a decomposição invariante a uma base específica, Timmer e De Vries (2009) podem ser utilizadas médias de período como pesos:

$$PTA_t - PTA_{t-k} = \sum_i \frac{(s_{it}^H + s_{it-k}^H)}{2} (PT_{it} - PT_{it-k}) + \sum_i \frac{(PT_{it} + PT_{it-k})}{2} (s_{it}^H - s_{it-k}^H).$$

De Vries et al. (2013) alteram a equação (MR), adicionando e subtraindo, com seus respectivos somatórios, os termos $s_{it}^H PT_{it-k}$ e $s_{it-k}^H PT_{it-k}$ no lado direito de (MR). Dessa forma, o segundo termo de (MR), que é o efeito composição, pode ser escrito como:

$$\sum_i PT_{it} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) = \sum_i PT_{it} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) + \sum_i PT_{it-k} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) - \sum_i PT_{it-k} (s_{it}^H - s_{it-k}^H).$$

Então podemos reagrupar o primeiro e o segundo termos, chegando a (DV):

$$\sum_i PT_{it} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) = \sum_i PT_{it-k} (s_{it}^H - s_{it-k}^H) + \sum_i (PT_{it} - PT_{it-k}) (s_{it}^H - s_{it-k}^H).$$

Equação (N): TRAD – Nordhaus (2002)

Seja:

$$D(\ln VA_{it}) \cong D(\ln PT_{it}) + D(\ln H_{it}),$$

pois $\ln(1+y) \cong y$, em que y é a taxa de crescimento. Multiplicando ambos os lados por $\sum_i s_{it-1}^V$:

$$\sum_i s_{it-1}^V D(\ln VA_{it}) \cong \sum_i s_{it-1}^V D(\ln PT_{it}) + \sum_i s_{it-1}^V D(\ln H_{it})$$

Somando e subtraindo o termo $\sum_i s_{it-1}^H \Delta \ln H_{it}$:

$$\sum_i s_{it-1}^V d(\ln VA_{it}) - \sum_i s_{it-1}^H D(\ln H_{it}) \cong \sum_i s_{it-1}^V D(\ln PT_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{it-1}^H) (D(\ln H_{it}))$$

que é (N-2), pois $\sum_i s_{it-1}^V d(\ln VA_{it}) = D(\ln VA_t)$ e $\sum_i s_{it-1}^H D(\ln H_{it}) = D(\ln H_{it})$:

$$D(\ln PTA_t) \cong \sum_i s_{it-1}^V D(\ln PTA_{it}) + \sum_i (s_{it-1}^V - s_{it-1}^H) (D(\ln H_{it}) - D(\ln H_t)) \quad (N-2)$$

Pois $D(\ln H_t)$ é constante com relação ao somatório e $\sum_i s_{it-1}^V = \sum_i s_{it-1}^H = 1$.

Equação (6): GEAD

Seguindo o mesmo procedimento referente à equação (3), com a diferença em relação aos termos relacionados à participação das horas setoriais nas horas totais, ou seja, s_{it}^H será multiplicado por p_{it} . Então o segundo e o terceiro termos da equação (6) são obtidos da mesma forma. Com relação ao primeiro termo:

$$\sum_i p_{it-1} s_{it-1}^H (PT_{it} - PT_{it-1}) \frac{1}{PTA_{it-1}} \frac{PT_{it-1}}{PT_{it-1}}$$

Como $VA_{it-1} = PT_{it-1} H_{it-1}$, $VA_{Nit} = P_{it} VA_{it}$ e $p_{it-1} = \frac{P_{it-1}}{P_{t-1}}$, a expressão pode ser reescrita como:

$$\sum_i \frac{VA_{Nit-1}}{VA_{Nt-1}} \Delta PT_{it} = \sum_i s_{it-1}^{VN} \Delta PT_{it},$$

em que $s_{it-1}^{VN} = \frac{VA_{Nit-1}}{VA_{Nt-1}}$.

Equação (7): GEAD - Diewert (2015):

Seja $\Delta PTA_t = \frac{PTA_t - PTA_0}{PTA_0} = \frac{PTA_t}{PTA_0} - 1$, em que:

$$\frac{PTA_t}{PTA_0} = \frac{\sum_i \left(\frac{p_{it}}{p_{i0}} \frac{s_{it}^H}{s_{i0}^H} \frac{PT_{it}}{PT_{i0}} \frac{p_{i0} VA_{i0}}{H_0} \right)}{\sum_i \frac{p_{i0} VA_{i0}}{H_0}}. \quad (A6)$$

Como $s_{i0}^{VN} = \frac{VA_{Ni0}}{VA_{N0}} = \frac{p_{i0} VA_{i0}}{p_0 VA_0}$, então (A6):

$$\frac{PTA_t}{PTA_0} = \sum_i \left(\frac{p_{it}}{p_{i0}} \frac{s_{it}^H}{s_{i0}^H} \frac{PT_{it}}{PT_{i0}} s_{i0}^{VN} \right). \quad (A7)$$

Como $\frac{PTA_t}{PTA_0} = \frac{PTA_t}{PTA_0} - 1 + 1 = 1 + \Delta PTA_t$, então, fazendo o mesmo procedimento para todos os termos da direita de (A7), chega-se à equação (7):

$$\Delta PTA_t = \sum_i s_{i0}^{VN} ((1 + \Delta PT_{it})(1 + \Delta p_{it})(1 + \Delta s_{it}^H) - 1)$$

Equação (10): CSLS

Seja ECR, o terceiro termo da equação (10):

$$\sum_i \frac{(D(PT_{it-1}) - D(PTA_{t-1}))}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H)$$

Como o termo $D(PTA_{t-1})$ é constante e $\sum_i D(s_{it}^H) = 0$, para todo t , ele pode ser reescrito como:

$$\sum_i \frac{D(PT_{it-1})}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) = \sum_i \frac{D(PT_{it-1})}{PTA_{t-1}} \frac{PT_{it-1}}{PT_{it-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) = \sum_i \frac{PT_{it-1}}{PTA_{t-1}} (s_{it}^H - s_{it-1}^H) \Delta PT_{it-1},$$

que é igual ao terceiro termo da equação (3), ou seja, podemos manter o termo ECR sem modificação, pois ele tem baixa contribuição.