

PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - O USO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS¹
PRODUCTIVITY AND GROWTH OF BRAZILIAN AGRICULTURE - THE USE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES

Autor: José Garcia Gasques;
Filiação: Consultor Embrapa
E-mail: jose.garcia.gasques@gmail.com

Autor: Eliana Teles Bastos
Filiação: Ministério da Agricultura e Pecuária
E-mail: eliana.bastos@agro.gov.br

Autor: Pedro Abel Vieira Junior
Filiação: Embrapa Sede
E-mail: pedroabelvieira@gmail.com

Autor: Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira
Filiação: Embrapa Sede
E-mail: rita.milagres@embrapa.br

Grupo de Trabalho (GT): GT4. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo

Este trabalho atualiza uma série de índices de produtividade total dos fatores (PTF) que durante vários anos tem sido atualizada. Deste modo, essa série abrange o período 1975 a 2023. Obtém-se, portanto, 48 anos de indicadores da PTF, índice do produto da agropecuária, índice de insumos, índices de quantidade de fatores, e as produtividades dos fatores de produção. A metodologia usada é a da Produtividade total dos fatores, onde o índice utilizado para agregar produtos e insumos é o índice de Tornqvist. A abrangência do estudo é Brasil, e a série obtida vai de 1975 a 2023. Numa outra parte do trabalho procura-se calcular os impactos de variáveis ambientais sobre a produtividade. A variável ambiental nesse caso, é a área de pastagens degradadas. Concluiu-se que as pastagens degradadas afetam a produtividade, pois as terras em boas condições ficam mais caras para serem adquiridas.

Palavras-chave: Produtividade total dos fatores (PTF), atualização, variáveis climáticas

Abstract

This work update a time series of (TFP) that during many years has been updated. We complete the series time until 2023, and we have now the period of 1975 to 2023. We have now 48 years of indicators: TFP, output index, input index, inputs quantity, and productivity index. Methodology is of TFP, and we use Tornqvist index to estimate TFP and other indicators. This work try to introduce environment variables in Tornqvist equation to estimate the impact of climate Environment variable is pastures changes on productivity. We conclude that degraded areas of pasture has a big effect on TFP

Key words: TFP, degraded areas, climate, impacts

¹ Colaboraram nesta pesquisa: Eliane Gonçalves Gomes (Embrapa Solos) e Bruno José Rodrigues Alves (Embrapa Agroecologia)

1. Introdução

Como a metodologia a ser seguida neste trabalho baseia-se na Produtividade Total dos Fatores (PTF), inicia-se apresentando uma atualização de uma pesquisa sobre PTF que durante anos atualizamos seus indicadores. Isso permitirá avaliar os impactos de variáveis ambientais em bases mais atualizadas.

O produto agropecuário cresceu 469% nos últimos 48 anos (1975-2023). Passou de 100 em 1975 para 568,9 em 2023. Esse resultado foi possível devido ao forte crescimento de produtos como soja, milho, algodão café, açúcar e carnes. Neste período de quase 50 anos, o Brasil passou de cerca de 100 milhões de toneladas de grãos na safra 2000/2001 para uma produção esperada superior a 322,25 milhões de toneladas em 2024/25 (CONAB - grãos 2025). Esse extraordinário crescimento da produção, foi impulsionado principalmente pela produtividade. Safras em geral favoráveis, mercado internacional e preços, foram os principais fatores puxando esses resultados. Sabe-se, também que tem havido bastante aplicação de nova tecnologia e isso, sem dúvida, deve ter elevado a produtividade.

Este trabalho tem por objetivo atualizar uma série de Produtividade Total dos Fatores (PTF) iniciada em 1975, e vindo até 2023. A divulgação pelo IBGE de suas estatísticas anuais da agropecuária recentemente (PAM e PPM), possibilita essa atualização. Teremos, dessa forma uma série de 48 anos de PTF. Adicionalmente, busca-se usar a conceituação de produtividade total dos fatores como base para a incorporação de variáveis ambientais. Neste trabalho apresenta-se os testes com algumas variáveis ambientais, apesar do foco principal seja o impacto de pastagens degradadas sobre a PTF.

2. Metodologia

O conceito de produtividade usado neste trabalho segue o utilizado em outros trabalhos (Vieira Filho e Gasques, J. G. 2020), onde a produtividade total dos fatores é uma relação entre todos os produtos produzidos em uma firma ou setor, e os insumos usados. Pode ser expressa como (Y/X) , $Y = \text{vetor de produtos}$ e $X = \text{vetor de insumos}$. Como a PTF será expressa na forma de índice, é necessário escolher um índice que agregue os produtos e insumos. Temos usado durante anos o índice de Tornqvist por ser considerado apropriado para representar funções de produção bastante complexas como é o caso da agricultura brasileira. Esse índice é considerado um índice superlativo, pois se aproxima de outros índices como o de Fisher.

Neste trabalho a atualização da série da PTF será feita até 2023, completando a série 1975-2023. O numerador do índice (Y) é formado pelos seguintes produtos: produtos das lavouras temporárias num total de 32; lavouras permanentes 35; produção animal, peso de carcaças - bovinos, suínos e aves. O IBGE publica todas essas informações. Os insumos entram no denominador do índice, e têm as seguintes fontes: IBGE, CONAB, ANDA, CEPEA/USP.

A fórmula de Tornqvist, utilizada para o cálculo da produtividade total dos fatores (PTF) está apresentada abaixo. É uma função exponencial que para sua utilização é transformada em logarítmica.

Nessa expressão as definições são: PTF - Produtividade total dos fatores; S = participação de cada produto no valor total da produção; Y = produtos que participam no processo de produção; C = Participação de cada insumo no custo de produção; X = Quantidade de insumos usados na produção.

Fórmula de TORNQVIST

$$PTF_t / PTF_{(t-1)} = \frac{\prod_{i=1}^n \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i(t-1)}} \right)^{\frac{S_i + S_{i(t-1)}}{2}}}{\prod_{j=1}^m \left(\frac{X_{jt}}{X_{j(t-1)}} \right)^{\frac{C_{jt} + C_{j(t-1)}}{2}}} \quad (1)$$

Transformando em logaritmos a expressão teremos:

$$\ln \left(\frac{PTF_t}{PTF_{(t-1)}} \right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{i(t-1)}) \ln \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i(t-1)}} \right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{j(t-1)}) \ln \left(\frac{X_{jt}}{X_{j(t-1)}} \right) \quad (2)$$

3. Resultados

A Figura 1 mostra o formato de crescimento que tem prevalecido na agricultura brasileira nos últimos anos - O produto cresce mais de 5 vezes, passando de 100 para 568,9; os insumos de 100 para 134,7; a produtividade (PTF), passou de 100 para 422,4. Isso tem possibilitado um modelo de crescimento onde a tecnologia é o principal estímulo para o crescimento. Confrontando o crescimento da PTF, 3,22% e do produto, 3,70% e multiplicando-se por 100, resulta em 87%. Isso significa que no período 1975-2023, 87,0% do crescimento da produção deveu-se ao aumento da produtividade, e 17,0% ao crescimento do uso de insumos.

O crescimento da produtividade da mão-de-obra (figura 2), lidera o crescimento da produtividade dos outros fatores, terra e capital. A melhoria da qualificação da mão de obra, o aperfeiçoamento de máquinas e equipamentos e o aumento da produtividade da terra através da pesquisa, são os principais fatores que tem possibilitado aumentos tão extraordinários da produtividade do trabalho. Ganhos crescentes também têm ocorrido na produtividade da terra e do capital. A adoção de novos sistemas de produção como o plantio direto, os sistemas de integração lavoura-pecuária, e múltiplos cultivos de lavouras relevantes, têm permitido ao Brasil grande vantagem em relação a outros países. As figuras a seguir mostram as tendências observadas do crescimento dos insumos, produto e da PTF. A tabela 1 mostra as principais fontes de crescimento da produtividade.

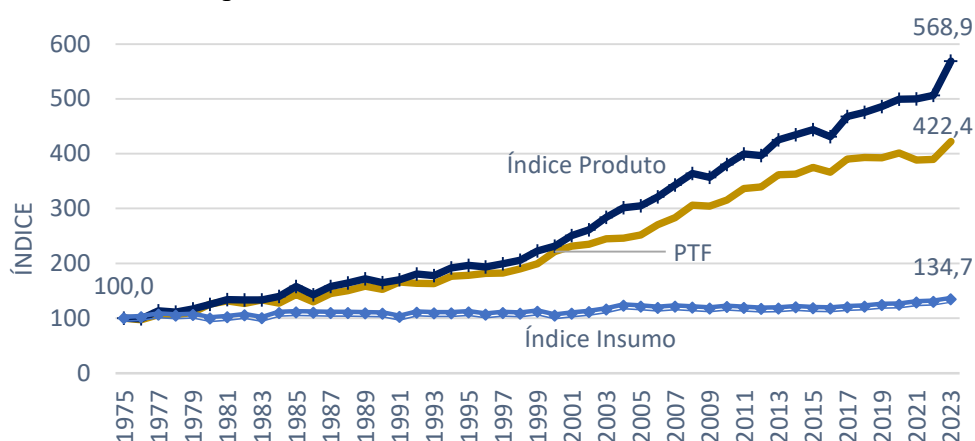


Fig 1. PTF, Índice do Produto e Insumo

Fonte: resultados da pesquisa

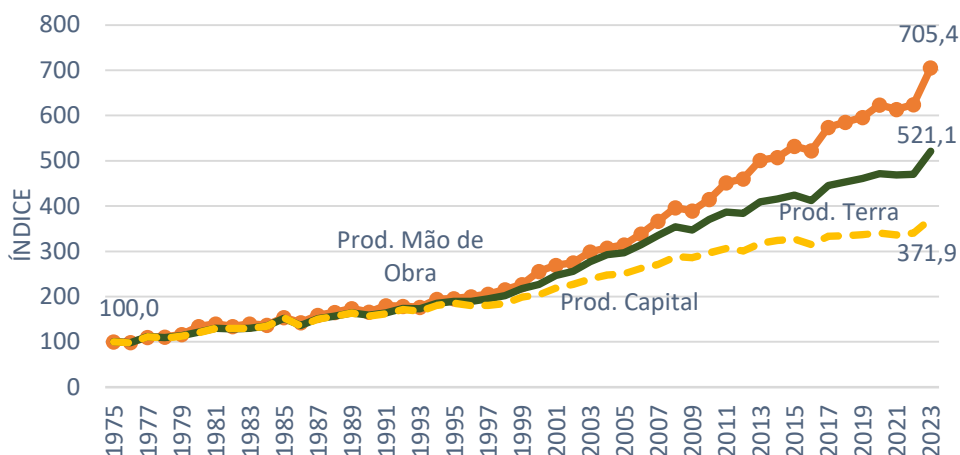


Fig. 2. Índices de produtividade
Fonte: resultados da pesquisa

Tabela 1- Produto, Insumos e Produtividade Total dos Fatores - Taxa anual de crescimento (%)

PERÍODO	1975-2023	1975-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2000-2023	2010-2019
Índice							
Índice produto	3,70	4,35	3,38	2,95	5,14	3,51	2,65
Índice insumos	0,46	1,38	1,09	0,35	1,34	0,59	0,29
PTF	3,22	2,93	2,27	2,59	3,75	2,89	2,35
Índice mão-de-obra	-0,48	0,05	0,60	-0,22	-0,05	-0,89	-1,23
Índice terra	0,06	0,58	0,23	-0,20	0,09	0,24	0,28
Índice capital	0,88	0,74	0,26	0,78	1,29	1,25	1,26
Produtividade							
Prod. Mão-de-obra	4,20	4,30	2,76	3,18	5,19	4,43	3,93
Prod. Terra	3,63	3,75	3,15	3,16	5,04	3,26	2,37
Prod. Capital	2,79	3,58	3,12	2,15	3,79	2,23	1,38

Fonte: resultados da pesquisa

A taxa de crescimento da PTF no período 1975-2023 de 3,22%, pode ser considerada elevada. Situa-se acima da taxa mundial, e também acima da taxa média da agricultura americana cujo crescimento em período recente tem sido cerca de 1,0% ao ano. (www.ers.usda.gov).

4. Trajetória da PTF

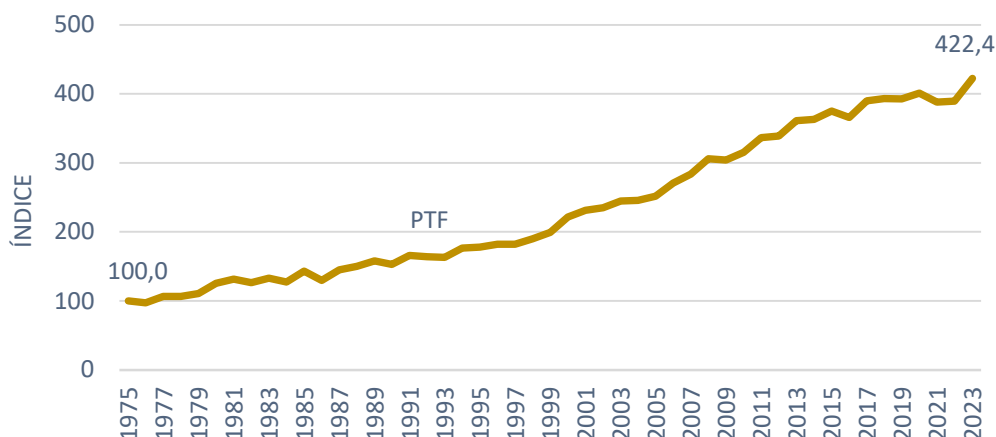


Fig. 3. PTF

Fonte: resultados da pesquisa

Nota-se que a pressão maior sobre a produção ocorre principalmente pela PTF (Tabela 1), o que significa ser esta a principal variável nesse modelo de crescimento. Por outro lado, a linha dos insumos é praticamente plana, uma evidência adicional de ganhos de produtividade (Figura 1).

Finalizando estas anotações, observamos que a trajetória da PTF tem apresentado redução de sua taxa de crescimento. Isso parece estar ocorrendo no trecho da Figura da PTF correspondente aos anos, 2005 a 2021. Eventos climáticos ocorridos no período, como chuvas, secas, frio intenso podem ter levado a esse comportamento.

Parte 2: Impactos de Pastagens Degradadas Sobre a Produtividade

5. Introdução

Este trabalho faz parte de um estudo em desenvolvimento pela Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, denominado PTF Ambiental. Um grupo de técnicos com experiência no tema propôs-se a analisar o tema sob o foco de metodologias disponíveis. As discussões realizadas pelo grupo ligado ao trabalho, deixam a certeza que há uma boa experiência acumulada no Brasil e na literatura internacional. As principais dificuldades relacionam-se à definição e mensuração de variáveis ambientais. Essa dificuldade torna necessário o uso de preços sombra dada a dificuldade de mensuração dessas variáveis. Em nível internacional esse trabalho é liderado pela OCDE, FAO e ERS (USDA).

Uma das principais limitações em relação aos resultados que vem sendo realizados, é que existe um grau considerável de subjetividade nos resultados. O lado difícil das variáveis ambientais é a sua mensuração e também a atribuição de valores. Algumas variáveis clássicas usadas nesses estudos são as emissões e para estas as dificuldades de mensuração não são pequenas. Há um grande esforço feito pela OCDE e outras instituições nesse tema, mas os resultados ainda não dão segurança, devido a exigência de atribuir pesos e valores às variáveis.

Além desta introdução, desenvolvemos mais duas partes. A metodologia, e os resultados

6. Metodologia e Dados Utilizados

A Organização Econômica para o Desenvolvimento Econômico - OCDE, tem sido um dos órgãos mais atuantes nas pesquisas de mensuração de variáveis ambientais. Também, o Economic Research Service - ERS (USDA) tem realizado um importante trabalho de suporte

ao estudo maior da OCDE em nível mundial. O suporte que o ERS vem fornecendo, consiste no cálculo de estimativas da PTF para cerca 180 países. As estimativas da PTF permitem que se calcule uma taxa de PTF ambientalmente ajustada. Significa subtrair da taxa da PTF convencional, o crescimento de variáveis ambientais. O que esses estudos buscam? Buscam uma forma de quantificar numa estrutura lógica um conjunto de variáveis climáticas. Algumas já bem conhecidas e outras menos. Uma referência destacada entre os estudos é o trabalho de O'Donnell (2022) que está mais focado na consistência das variáveis. OCDE (2022) é outra relevante referência. São encontradas as principais definições do material utilizado, juntamente com as fórmulas correspondentes. A partir de 2022, a OCDE tem divulgado vários documentos de trabalho em apoio a essa tentativa de incorporação de variáveis ambientais.

Alguns trabalhos têm sido feitos no Brasil incorporando variáveis ambientais. Silva (2024) verificou redução da produção agropecuária no semiárido nordestino. Altas temperaturas e grau de aridez foram responsáveis pela redução da produção. Entretanto, influência positiva dos fatores terra, trabalho e capital sobre o valor da produção agropecuária foram observadas. Mostramos em um trabalho anterior que a PTF é afetada pela degradação dos pastos. Mostrou-se que diante de três situações de degradação, temos níveis de produtividade: Com 6,98% de degradação das pastagens resulta num crescimento anual da PTF de 3,57%; com 10,0% de área degradada resulta em 3,56% de crescimento anual da PTF; com 15,0% de áreas degradadas resultam em crescimento anual da PTF de 3,55% ao ano. Isso mostra que o aumento da área degradada provoca queda da produtividade.

Neste trabalho a variável ambiental é a área (ha) de pastagens degradadas. Consideramos seis estados brasileiros cujas áreas degradadas correspondem a 60,0 milhões de hectares, num total de 177,29 milhões de hectares para o total de estados. Portanto, os testes para os impactos que a degradação provoca, são realizados em 6 estados selecionados - Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Pará, e Minas Gerais. O período considerado é 2017 a 2022.

A estrutura de apoio para fazer esta análise é a fórmula de Tornqvist. Esta é a estrutura analítica que o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos utiliza há alguns anos para calcular a Produtividade total dos fatores - PTF (Fuglie, K.; Wang, S.L.; Ball, E. V. 2012 (orgs.). Ver também Christensen, L. R. (1975), um excelente trabalho sobre a PTF

A hipótese é que o aumento de áreas degradadas leva a uma redução da PTF. Isso acontece porque à medida que aumenta a degradação, há uma pressão sobre as terras em boas condições e, portanto, um aumento dos seus preços. A PTF terá dois conjuntos de variáveis que a influenciam – o primeiro são os insumos tradicionais (X), terra, trabalho e capital. O outro são os insumos ambientais. Neste caso, apenas um insumo - terras degradadas.

A definição destas variáveis e suas fontes podem ser encontradas em vários trabalhos (Gasques, J. G. e Conceição, J.C.P.R. 1997). O outro conjunto é representado pelas variáveis ambientais, que neste trabalho são as pastagens degradadas (Z).

Índice de Tornqvist – definição

$$PTF_t / PTF_{(t-1)} = \frac{\prod_{i=1}^n \left(\frac{Y_{it}}{Y_{i(t-1)}} \right)^{\frac{S_i + S_{i(t-1)}}{2}}}{\prod_{j=1}^m \left(\frac{X_{jt}}{X_{j(t-1)}} \right)^{\frac{C_{jt} + C_{j(t-1)}}{2}}} \quad (3)$$

PTF – Produtividade total dos fatores

Y – Produto agregado

X – Insumos tradicionais e Z insumos ambientais.

S – Participação do valor do produto no valor total da produção

C – Participação do Insumo no valor dos custos totais.

O Atlas das Pastagens, público e gratuito, foi desenvolvido pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (Lapig/UFG). Esta é a principal fonte de informações sobre terras degradadas.

As informações sobre terras degradadas foram coletadas nesse Atlas. Como se observa na tabela abaixo, a área total de pastagens registrada em 2022, é de 177,29 milhões de hectares. Desse total, 38,19% (67,7mi de hectares) são áreas com ausência de degradação, 40,63% (72,04 mi de hectares) com degradação intermediária e 21,17% (37,54 mi de hectares) em estágio de degradação severa. A maior parte das pastagens degradadas é observada no Norte e no Centro-Oeste. A área de pastagens registrada pelo Censo Agropecuário de 2017 é de 159 milhões de hectares, sendo que 100 milhões são consideradas como pastagens em boas condições.

Áreas de Pastagens no Brasil e Degradação

UF	Degradação (Ha)			2022
	Ausente	Intermediário	Severa	Total Geral
AC	1.844.033	303.149	17.116	2.164.298
AL	982.504	584.314	98.913	1.665.731
AM	1.291.234	596.850	141.811	2.029.894
AP	44.966	14.530	10.793	70.289
BA	7.827.428	7.007.772	3.598.299	18.433.498
CE	1.932.952	1.508.950	317.778	3.759.679
DF	12.446	35.458	63.618	111.522
ES	512.128	1.052.720	555.137	2.119.985
GO	3.849.851	6.449.071	3.548.442	13.847.364
MA	5.796.827	2.559.502	566.841	8.923.170
MG	5.435.924	10.659.728	6.095.051	22.190.703
MS	3.017.396	6.144.936	5.719.490	14.881.822
MT	4.837.631	8.924.089	7.006.765	20.768.485
PA	11.321.125	6.613.139	1.332.716	19.266.980
PB	859.121	677.392	749.782	2.286.296
PE	1.383.873	1.383.946	583.439	3.351.258
PI	1.082.731	1.120.852	328.591	2.532.174
PR	1.478.315	1.102.814	481.890	3.063.019
RJ	698.969	898.675	220.187	1.817.830
RN	477.880	846.946	551.503	1.876.328
RO	3.321.986	3.948.017	806.660	8.076.663
RR	556.152	231.318	99.293	886.763
RS	3.336.127	2.506.539	864.452	6.707.118
SC	671.728	566.654	263.489	1.501.872
SE	838.620	544.737	146.140	1.529.496
SP	1.069.427	2.050.008	1.670.702	4.790.137
TO	3.233.793	3.706.464	1.701.842	8.642.099
Total Geral	67.715.165	72.038.571	37.540.739	177.294.475

Fonte: MapBiomass

7. Resultados dos Impactos de Pastagens Degradadas Sobre a PTF

Vários resultados foram obtidos ao analisar os impactos de variáveis ambientais sobre a produtividade, expressa em Produtividade Total dos Fatores (PTF). Lembramos que a variável ambiental foi representada pela área de pastagens degradadas, sendo consideradas as seguintes categorias de degradação: ausência de degradação, degradação intermediária e degradação severa. O período considerado foi 2017–2022 e o trabalho abrangeu Brasil, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Pará. Dificuldades foram encontradas, sendo que a maior foi a falta de informações como a de preços de terras. A principal fonte de informações foi o Map Biomass, onde foi pesquisado o Atlas das Pastagens. As informações de preços de arrendamento de terras para o Brasil e Estados selecionados são da FGV-Fundação Getúlio Vargas. Os principais resultados foram:

Predominam os resultados onde a PTF é negativa. Isso acontece, independente do nível de degradação. Como a variável ambiental entra como insumo (Z), há uma pressão de custos que resulta na diminuição do crescimento da PTF. Com a degradação da terra, as terras em boas condições tornam-se mais caras, e isso aumenta os custos de produção. A variável ambiental, representada pelas terras degradadas, reduz a PTF em quase todos os casos testados. Isso piora a situação para o Brasil, pois as emissões passam a crescer mais que a PTF. Brasil entra num grupo de países marginais no comércio internacional. Em um dos testes realizados usou-se preços ponderados, onde as terras com degradação severa e intermediária valem menos que as demais. Não houve, entretanto, mudança aparente nos resultados.

Observações sobre outros resultados – PTF tradicional e preços ponderados

1. A PTF tem crescimento negativo e isso ocorre na quase totalidade dos testes com a variável ambiental (Z);
2. As pastagens degradadas introduzem custos adicionais aos agricultores. Isso acontece porque as terras em boas condições ficam mais caras para arrendar ou adquirir;
3. Pode-se concluir a partir dos resultados obtidos que a variável ambiental deixa o setor em situação difícil;
4. As produtividades dos fatores terra, e trabalho crescem menos quando introduzida a variável ambiental;
5. Os produtores nessa situação têm que enfrentar esse problema com urgência.

8. Relacionando as Emissões (GHG) à PTF

O uso da Produtividade total dos fatores como base conceitual para a análise de variáveis climáticas é possível pela possibilidade de combinar Emissões e PTF numa mesma expressão. Assim, busca-se uma forma de colocar a PTF e as Emissões (GHG) numa mesma expressão matemática que seja capaz de relacionar mudanças nas Emissões para mudanças na PTF e outras variáveis relevantes.

Como indicamos, a Produtividade Total dos Fatores (PTF) é definida como a relação entre o Produto Total (Y) e os Insumos Totais (X). Logo,

$$PTF = Y / X \quad (4)$$

Variações da PTF no tempo ocorrem comparando a taxa de variação do Produto Total com a taxa de variação do Insumo Total, X.

Expressas em logaritmos, mudanças na equação 4 podem ser escritas como:

$$d_{\ln}(PTF)/d_t = d_{\ln}(Y)/d_t - \sum_j S_j d_{\ln}(x_j)/d_t \quad (5)$$

Considerando que a agricultura produz diversos produtos, usando múltiplos insumos, Y e X são os vetores dessas variáveis. Assumindo que os mercados são competitivos e a tecnologia é representada por uma função de produção de retornos constantes à escala, então a elasticidade do produto com relação a um insumo é igual à participação do custo no custo total dos insumos. Com essas suposições a equação (5) pode ser escrita como:

$$\ln(PTF_t) / (PTF_{t-1}) = \ln(Y_{it})/Y_{it-1} - \sum_j S_j \ln(x_{jt})/x_{jt-1} \quad (6)$$

Onde S_j é o cost-share do j insumo. Usando a função $g(\cdot)$ para indicar a taxa anual de crescimento de uma variável essa representação pode ser simplificada como:

$$g(PTF) = g(Y) - \sum_j S_j g(X_j) \quad (7)$$

Para trazer a PTF e as emissões de GHG para uma única expressão, as emissões de GHG são primeiro definidas como E, e expressas como o produto da intensidade de produção (E / Y) e o produto (Y) gera a seguinte expressão $E = E/Y * Y$. Dividindo o numerador e o denominador da intensidade de emissões por X temos:

$E = E/X/Y * Y$. O denominador dessa expressão é a PTF e o numerador (E/X) é definido como o fator de emissão (E F) do uso do insumo. A expressão pode ser escrita mais compactamente como: $E = Y E F / TFP$. Essa expressão pode ser expressa em taxas anuais como:

$g(E) = g(Y) - g(PTF) + g(F)$ Esta expressão revela que para a PTF mitigar os gases de efeito estufa, GHG, a seguinte condição deve ser obedecida:

$g(PTF) \text{ Maior } g(Y) + g(E)$ Visto que há uma relação entre as emissões dos gases de efeito estufa GHG e a PTF, calcula-se o crescimento dessas variáveis para uma série de anos. Essa forma de relacionar emissões e PTF tem sido utilizada pelo Ministério do Planejamento no acompanhamento do PPA. A tabela abaixo mostra as taxas de crescimento das emissões de gases de efeito estufa pela agropecuária e as taxas de crescimento da PTF e do produto da agropecuária. Nota-se que no período 1990 a 2023, a taxa anual média de crescimento das emissões foi de 1,527 A PTF cresceu 3,334% e o produto agropecuário, 3,929%. Pode-se concluir que apesar das emissões estarem crescendo, a PTF e o produto crescem bem acima do crescimento das emissões. O gráfico também ajuda a ilustrar os resultados.

Taxa de crescimento de CO₂ eq., emitido pela Agropecuária Brasileira 1990-2023 (%), PTF e Produto

Emissões do Agro Em tEq.de CO ₂	PTF	Produto Agropecuário
1,527	3,334	3,929

Fonte- Pesquisa

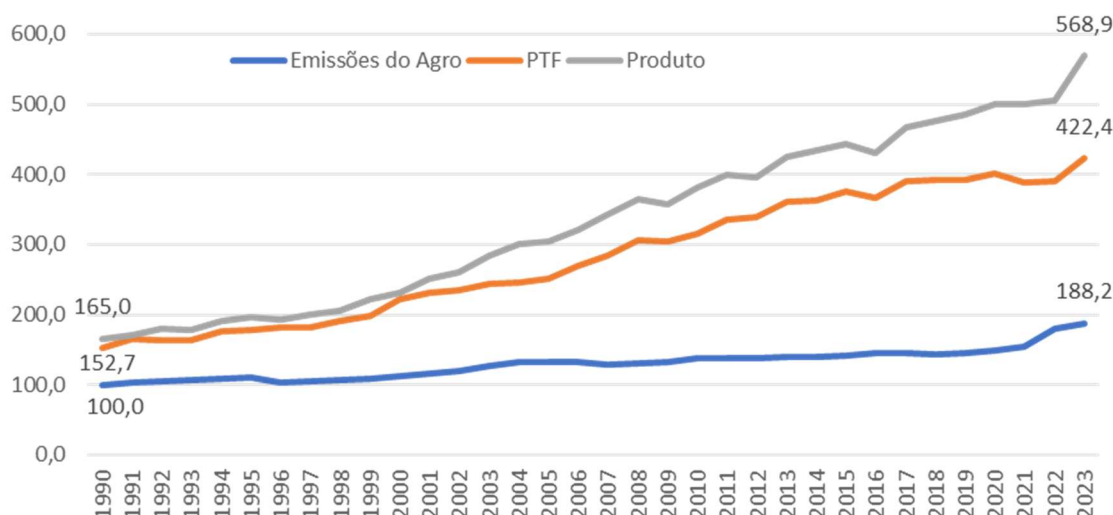


Fig. 4. Emissões da Agropecuária Brasileira 1990-2023

Fonte: Os dados das emissões foram gentilmente cedidos por Eduardo Assad.

Dados da PTF - Produtividade total dos fatores, são de Gasques, Bacchi, Bastos, Vieira Filho, Valdes (2024).

9. Conclusões

A atualização da PTF- Produtividade total dos fatores, mostrou que no período 1975-2023, esse indicador cresceu 3,22% ao ano. Comparada a outros períodos, essa taxa mostra que a agricultura brasileira vem mantendo um crescimento a taxas elevadas, do mesmo modo, o produto cresceu 3,7% ao ano, também uma taxa elevada. A relação entre a PTF e o crescimento do produto, mostra que no período analisado, 92,0% do crescimento do produto deveu-se aos ganhos de produtividade pela agropecuária.

As emissões de gases de efeito estufa pela agropecuária, cresceram no período 1990-2023, 1,527%. A PTF nesse período, cresceu 3,34% e o produto 3,929%. Há, portanto nesse caso, uma situação de menor preocupação pois as emissões apesar de estarem crescendo, isso vem ocorrendo a taxas relativamente menores do que a produtividade.

Predominam os resultados onde a PTF é negativa. Isso acontece, independente do nível de degradação. Como a variável ambiental entra como insumo (Z), há uma pressão de custos que resulta na diminuição do crescimento da PTF. Com a degradação da terra, as terras em boas condições tornam-se mais caras, e isso aumenta os custos de produção. A variável ambiental, representada pelas terras degradadas, reduz a PTF em quase todos os casos testados. Isso piora a situação para o Brasil, pois as emissões passam a crescer mais que a PTF. Brasil entra num grupo de países marginais no comércio internacional.

ANEXO- índices gerados no cálculo da PTF

	Prod. Mão de Obra	Prod. Terra	Prod. Capital	PTF	Índice Produto	Índice Insumo	Índice Mão de Obra	Índice Terra	Índice Capital
1975	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1976	99,03	98,17	98,13	97,29	99,03	101,79	100,00	100,87	100,91
1977	110,35	111,75	111,49	106,56	113,59	106,59	102,93	101,64	101,88
1978	110,89	109,29	108,78	106,30	111,37	104,77	100,43	101,90	102,38
1979	116,62	113,94	113,26	110,53	116,69	105,58	100,06	102,41	103,03
1980	134,22	121,56	120,59	125,61	125,16	99,65	93,25	102,96	103,79
1981	139,62	129,85	129,92	131,70	133,73	101,54	95,79	102,99	102,93
1982	134,48	128,40	129,73	126,59	133,03	105,09	98,92	103,60	102,54
1983	140,11	129,68	129,96	133,13	133,18	100,04	95,05	102,70	102,48
1984	136,94	134,75	134,91	127,55	139,71	109,53	102,02	103,68	103,56
1985	153,73	151,56	153,07	142,99	157,93	110,44	102,73	104,20	103,17
1986	142,76	136,55	135,69	129,90	142,70	109,85	99,96	104,50	105,17
1987	159,19	151,28	150,15	144,79	158,04	109,15	99,27	104,47	105,25
1988	165,01	156,81	156,72	150,10	164,37	109,51	99,61	104,82	104,88
1989	173,52	164,11	164,07	158,12	171,90	108,71	99,06	104,74	104,77
1990	165,80	159,07	157,55	152,65	164,98	108,08	99,51	103,72	104,72
1991	180,22	164,02	162,37	165,84	170,12	102,58	94,40	103,72	104,78
1992	178,63	174,00	171,60	163,82	180,44	110,14	101,01	103,70	105,15
1993	176,88	173,32	168,30	163,19	177,81	108,95	100,53	102,59	105,65
1994	194,50	184,78	180,76	176,61	191,79	108,59	98,61	103,79	106,10
1995	195,40	189,62	185,50	178,02	196,49	110,38	100,56	103,62	105,93
1996	199,95	188,98	180,11	181,90	193,43	106,34	96,74	102,35	107,39
1997	205,89	194,76	180,68	182,19	199,42	109,46	96,86	102,39	110,37
1998	215,70	201,85	185,05	190,17	205,84	108,24	95,43	101,97	111,23
1999	226,77	217,84	199,26	199,11	222,34	111,67	98,05	102,07	111,58
2000	255,88	226,74	204,18	221,48	231,26	104,42	90,38	102,00	113,27
2001	269,22	246,27	219,06	231,35	250,56	108,30	93,07	101,74	114,38
2002	274,82	255,85	227,33	234,88	260,87	111,06	94,92	101,96	114,75
2003	298,60	277,03	238,47	244,76	283,89	115,99	95,08	102,48	119,05
2004	307,30	292,67	247,92	245,64	301,28	122,65	98,04	102,94	121,52
2005	314,57	296,75	250,80	251,62	305,04	121,23	96,97	102,79	121,63
2006	338,37	314,16	262,81	270,45	321,40	118,84	94,99	102,31	122,29
2007	366,98	335,01	271,09	283,55	342,84	120,91	93,42	102,34	126,47
2008	396,74	354,13	288,46	305,79	364,05	119,05	91,76	102,80	126,21
2009	389,68	347,01	286,08	304,16	356,63	117,25	91,52	102,77	124,66
2010	414,92	370,20	296,82	315,14	380,36	120,69	91,67	102,74	128,14
2011	451,68	386,94	306,85	336,32	399,32	118,73	88,41	103,20	130,14
2012	460,26	384,02	301,26	339,06	396,29	116,88	86,10	103,19	131,55
2013	501,34	409,16	318,03	361,29	424,92	117,61	84,76	103,85	133,61
2014	507,80	415,57	324,39	362,79	434,39	119,73	85,54	104,53	133,91
2015	532,30	424,36	327,11	374,94	443,93	118,40	83,40	104,61	135,71
2016	522,71	412,35	315,17	365,89	430,89	117,76	82,43	104,49	136,72
2017	574,35	445,30	333,47	390,06	467,60	119,88	81,41	105,01	140,22
2018	585,31	453,27	335,04	392,99	475,59	121,02	81,25	104,92	141,95
2019	596,18	460,83	337,33	392,66	485,82	123,73	81,49	105,42	144,02
2020	623,28	471,44	340,46	401,14	499,39	124,49	80,12	105,93	146,68
2021	613,46	469,01	336,79	388,13	499,66	128,73	81,45	106,54	148,36
2022	624,57	469,89	340,49	389,61	506,44	129,99	81,09	107,78	148,74
2023	705,41	521,11	371,93	422,45	568,90	134,67	80,65	109,17	152,96

Fonte: resultados da pesquisa

Referências

- Christensen, L.R. (1975). Concepts and measurement of agricultural productivity. American Journal of Economics, Lexington, V. 57, n. 5, p. 910-915. Dec. 1975.
- ERS-USDA (2023) International Agricultural Productivity. Acessed on 15 February 2024
- Fuglie, K. O. et alii. Harvesting Prosperity – Tecnology and Productivity Growth in Agriculture. WORLD BANK GROUP, 2020, 231 P.
- Fuglie, K.; Wang, S.L.; Ball, E. V. 2012 (orgs). Productivity growth in agriculture, na internaational perspective. Wallingford: CAB, International., 2012.
- Gasques, J. G. e Conceição, J.C.P.R. 1997. Julho de 1997 Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira. IPEA - Texto para Discussão n. 502, julho de 1997.
- Gasques, J. G., Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro; Navarro, Z.A Agricultura Brasileira – Desempenho, Desafios e Perspectivas, Ipea, 2010, 293 p.
- Jorgenson, D.W. Productivity – Postwar U.S. Economic Growth. The MIT Press, Cambridge, Massachussets, London, England. Vol. I, 1996, 433 p.
- Jorgenson, D.W. Productivity – Vol. 2. International Comparison of Economic Growth. . The MIT Press, Cambridge, Massachussets, London, England, 470 p.
- Keith, F.O. Wang, S. L. and Ball, V. E. Economic Research Service- US Department of Agriculture. Productivity Growth in Agriculture Na International Perspective. CAB International, 2012, 378 p.
- O'Donnell (2022). How to build sustainable productivity indexes. N. WP 10 /2022 Centre for efficiency and productivity analysis.
- Pastore, A. C. Erros do Passado, Soluções Para o Futuro. – A Herança das Políticas Econômicas Brasileiras do Século XX. Portfolio e Penguin, 2021, 343 p.
- Silva, M. J. N. Evolução e Determinantes da Produtividade Total dos Fatores da Agropecuária do Semi-Árido. Brasileiro sobre os anos censitários de 2006 a 2017.
- Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro e Gasques, José Garcia (Orgs) Uma Jornada pelos Contrastes do Brasil – Cem Anos do Censo Agropecuário, Ipea – 2020 407 p
- Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro e Gasques, José Garcia (Orgs.) Agricultura, Transformação Produtiva e Sustentabilidade. Abag e Ipea, 2016 391 p.