



ANAIS

O USO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO ECONOMICO DE MUNICÍPIOS DO PIAUÍ DA REGIÃO DO MATOPIBA

JORGE LUIZ DE MACÊDO
jorge0316@yahoo.com
UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

IRENILZA DE ALENCAR NAAS
irenilza.naas@docente.unip.br
UNIVERSIDADE PAULISTA

IRIS DA SILVA OLIVEIRA
irissoliveira@yahoo.com.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

RESUMO: O estado do Piauí conta com 33 municípios que fazem parte da região do Matopiba (sigla referente aos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Entre as microrregiões em que a agropecuária apresenta participação maior do que 40% na economia local destaca-se a região do Alto Parnaíba Piauiense, com cerca de 45%. Este estudo visou analisar se houve relação entre a produção agropecuária, o consumo de energia elétrica e o desenvolvimento econômico e social da região, no estado do Piauí. Foram utilizados dados primários das bases governamentais para levantar o PIB (produto interno bruto) total dos municípios, o PIB agropecuário e o IDH (índice de desenvolvimento humano). Foi aplicada a correlação de Pearson entre os dados. Foram utilizados gráficos para a visualização dos dados. Os resultados indicaram que entre 2000 e 2010, quando já aumentaram os investimentos na agropecuária na região, o PIB cresceu em praticamente todos os municípios da região e evidenciou-se o aumento do PIB agropecuário. Também o IDH aumentou para a faixa de 0,500 a 0,700 nesta década. Houve também expressivo aumento do uso de energia elétrica na década entre 2010 e 2020. Entretanto o IDH diminuiu em 2020. Concluiu-se que houve uma relação positiva e direta entre o PIB e o consumo de energia. O consumo de energia elétrica, por sua vez, não mostrou relação causal com o IDH. Entretanto, os resultados indicaram a existência de uma coesão entre o crescimento econômico e consumo de energia.

PALAVRAS CHAVE: PIB, IDH, agricultura, produção animal.

ABSTRACT: The state of Piauí has 33 municipalities that are part of the Matopiba region (acronym referring to the states of Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia). Among the microregions in which agriculture has more significant participation than 40% in the local economy, the Alto Parnaíba Piauiense region stands out, with about 45%. This study aimed to analyze whether there was a relationship between agricultural production, consumption of electricity, and the economic and social development of the region, in the state of Piauí. Primary data from government databases were used to survey the municipalities' total GDP (gross domestic product), the agricultural GDP, and the HDI (human development index). Pearson's correlation was applied between the data. Graphs were used to visualize the data. The results indicated that between 2000 and 2010, when investments in agriculture in the region increased, GDP increased in practically all municipalities in the region, and the increase in agricultural GDP is evident. The HDI also increased to the range of 0.500 to 0.700 in this decade. There was also a significant increase in electricity use in the decade between 2010 and 2020. However, the HDI decreased in 2020. It was concluded that there was a positive and direct relationship between GDP and energy consumption. Electricity consumption, in turn, did not show a causal relationship with the HDI. However, the results indicated the existence of cohesion between economic growth and energy consumption.

KEY WORDS: GDP, HDI, agriculture, animal production.

ANAIS

1. INTRODUÇÃO

A região chamada de Matopiba, é assim denominada por compreender terras situadas nos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Esta nova fronteira agrícola foi oficialmente criada em 2015, ano em que foi instituído o Plano de Desenvolvimento Agropecuário (PDA) do Matopiba (MAPA, 2020). O Matopiba tornou-se uma área de investimento de agricultores e pecuaristas, com investimentos que ampararam um modelo produtivo formado sobretudo, por estabelecimentos de médio a grande porte. Cerca de 90% desta nova fronteira agrícola está inserida no bioma cerrado, visto que a topografia e o clima beneficiam a agricultura regional (Bolfe et al., 2016). Grande parcela de municípios do sul do Piauí se encontra inserida nesta região. Entre as microrregiões em que a agropecuária apresenta participação maior do que 40% na economia local destaca-se a região do Alto Parnaíba Piauiense (Piauí), com 45,2% (pereira et al., 2018).

A relação entre consumo de energia e crescimento econômico tem sido estudada tanto de forma empírica (Cheng, 1997; Rodríguez-Caballero e Ventosa-Santaulària, 2017) como utilizando modelos econométricos (Ouedraogo, 2013). Em estudos com dados do Brasil, Cheng (1997) empregou uma função incluindo o consumo de energia e capital como determinantes do produto interno bruto (PIB). Ao aplicar a modelagem de correção de erros, os resultados empíricos indicaram causalidade unidirecional que vai do uso de energia ao crescimento econômico. Zhang (2011) relatou um efeito de retroalimentação entre o consumo de energia e o crescimento econômico do Brasil. Pao et al. (2014) investigaram a relação entre consumo de energia e crescimento econômico usando uma estrutura bivariada inferindo que o consumo de energia contribui para o crescimento econômico, entretanto com um efeito de feedback entre as duas variáveis. Da mesma forma, Rodríguez-Caballero e Ventosa-Santaulària (2016) também relataram que o consumo de energia induz ao crescimento econômico.

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH é um importante indicador para amparar o direcionamento de políticas públicas de forma a incentivar a qualidade de vida das populações. O IDH é usado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) desde 1990 para estimar a qualidade de vida humana de cidades, regiões ou países. O índice se baseia em três pilares: renda, saúde e educação (Vaz e Farret, 2020).

A dinâmica do consumo de energia elétrica e o desenvolvimento econômico é um tema controverso. Saab et al. (2021) apontam que a distribuição de energia elétrica, tamanho populacional, localização, renda e saneamento se mostraram fatores explicativos do IDH. Shahbaz et al. (2018) encontrou uma associação positiva entre crescimento econômico e consumo de energia no Brasil. O efeito do consumo de energia sobre o crescimento torna-se forte em níveis altos de ambas as variáveis, ou seja, alto nível de desenvolvimento econômico e alto uso de energia elétrica. Estes resultados contrastam com Cheng (1997), Zhang (2011), Pao et al. (2014) e Rodríguez-Caballero e Ventosa-Santaulària (2016), que relataram que o crescimento da distribuição de energia deva ser implementada para ser um pilar de sustentação do crescimento econômico de longo prazo, sendo portanto, um indutor de desenvolvimento.

Já Koengkan (2017), estudando o nexos entre consumo de energia e crescimento

ANAIS

econômico e urbanização, encontrou que existe uma relação unidirecional entre a urbanização e o consumo de energia e umnexo bidirecional entre o crescimento econômico e o consumo de energia na região da América Latina e do Caribe. A relação entre o consumo de energia e o crescimento econômico tem uma implicação muito significativa para os formuladores de políticas e governos (Warr e Ayres, 2010). Neste contexto, o presente estudo investigou a dinâmica socioeconômica do consumo de energia elétrica em municípios do Piauí, integrantes da região de Matopiba, tendo como base a sua produção agropecuária, o PIB e o IDH.

2

2. METODOLOGIA

Os dados primário utilizados neste estudo foram obtidos nas bases disponíveis online (IBGE, 2000, 2010, 2020; EPE, 2016; IEA, 2018). Foram selecionados os municípios em que haviam os dados disponíveis no período de 2000, 2010 e 2020 que estivessem dentro da região do Matopiba.

As variáveis estudadas em cada município foram o PIB (R\$), o PIB (R\$) relativo ao agronegócio, o consumo de energia elétrica (MW/h) e o IDH. Os dados foram padronizados, organizados em planilha eletrônica e analisados.

Foram calculados os coeficientes correlação linear de Pearson para uma amostra de 33 (municípios estudados) valores bivariados de X (variáveis PIB, PIB agropecuário e IDH) e Y (consumo de energia elétrica) utilizando o software online Vassarstats (2021). Para os valores de correlação, foram considerados: ± 0.9 indica uma correlação muito forte. Entre 0.7 e 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte. Entre 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.

Posteriormente foram comparados em gráficos, os valores das variáveis ao longo do período estudado. Desta forma, obteve-se uma visão das relações entre as variáveis no período determinado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da correlação de Pearson entre o consumo de energia elétrica (MW/h) e o PIB (R\$), o PIB da agropecuária (R\$) e o IDH de 33 municípios do estado do Piauí que fazem parte do Matopiba encontram-se na Tabela 1.

Houve forte correlação positiva entre as variáveis PIB e consumo de energia elétrica em 2000 ($r=0,8402$; p -valor 0,0001). Entretanto, esta correlação não se evidencia nas demais variáveis estudadas. Shabaz et al. (2018) encontraram uma associação positiva entre crescimento econômico e consumo de energia, com variações consideráveis entre os estados econômicos de vários países. Um efeito fraco do crescimento econômico sobre o consumo de energia foi observado pelos autores, em regiões da China e Índia baixo de crescimento econômico, o que sugere que a energia como insumo tem menos importância em regiões de baixos níveis de crescimento econômico. Aparentemente, a demanda de energia diminui com o aumento do crescimento econômico, à medida que os países (ou regiões) se tornam mais eficientes energeticamente (Zhang, 2011). O efeito mais fraco do consumo de energia sobre o crescimento econômico é observado em regiões de consumo de energia de mais baixos na China, Brasil e Coreia do Sul (Shabaz et al., 2018).

ANAIS

TABELA 1. Resultados da correlação de Pearson entre o consumo de energia elétrica (MW/h) e o PIB total (R\$), o PIB da agropecuária (R\$) e o IDH de 33 municípios do estado do Piauí que fazem parte do Matopiba.

Ano	Variável	Variável	r	r ²	P-valor
2000	PIB (R\$)	Energia elétrica consumida (MW/h)	0,8402	0,7059	0,0001
	PIB agropecuária (R\$)		0,4691	0,2201	0,0029
	IDH		0,5774	0,3333	0,0002
2010	PIB (R\$)	Energia elétrica consumida (MW/h)	0,2774	0,0769	0,050
	PIB agropecuária (R\$)		0,0753	0,0057	NS
	IDH		0,5928	0,3514	0,0001
2020	PIB (R\$)	Energia elétrica consumida (MW/h)	0,6020	0,3624	0,0003
	PIB agropecuária (R\$)		0,6678	0,4459	0,0001
	IDH		-0,341	0,1167	0,0378

r = coeficiente de correlação de Pearson; r² = coeficiente de determinação; NS= não significativo

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa

Já Vaz e Ferret (2020) identificaram que existem correlações entre o consumo de energia elétrica com o desenvolvimento humano e o desenvolvimento econômico, quando se tratam de países em desenvolvimento. Entretanto os autores apontam que há um ponto de saturação nessas correlações, observado nos países desenvolvidos.

Os resultados do consumo de energia elétrica em 2000 e os indicadores socioeconômicos dos municípios selecionados se encontram na Figura 1. Destacam-se os municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Uruçui, Bom Jesus e Corrente, em que os valores de PIB destacam-se dos demais, assim como o consumo de energia elétrica. Entretanto, os valores do IDH em geral em 2000 se encontravam na faixa entre 0,300 até 0,500, destacando-se aqueles dos municípios de Avelino Lopes e Bom Jesus. Neste gráfico nota-se também que a faixa do PIB da maioria dos municípios encontra-se abaixo de R\$ 100.000,00. O PIB agropecuário se confunde com o PIB do município, com destaque para os municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Uruçui, Bom Jesus e Corrente, que já mostram um desenvolvimento agrícola maior.

Os resultados do consumo de energia elétrica em 2010 e os indicadores socioeconômicos dos municípios selecionados se encontram na Figura 2. Nota-se que, em 2010, quando já aumentaram os investimentos na agropecuária na região, o PIB acresceu em praticamente todos os municípios da região e evidencia-se o aumento do PIB agropecuário. Também o IDH aumentou para a faixa de 0,500 a 0,700 nesta década. O consumo de energia elétrica também aumentou no período. Destaca-se, neste período, o aumento considerável do IDH e do consumo de energia elétrica. O PIB do agronegócio cresceu principalmente nos municípios de Marcos Parente, Baixa Grande do Ribeiro, Uruçui, Bom Jesus e Corrente. De acordo com Pereira et al. (2018), as melhorias na infraestrutura urbana foram o que mais impactou a redução da vulnerabilidade social no caso da região do Matopiba, embora a fonte de renda viesse da agropecuária.

ANAIS

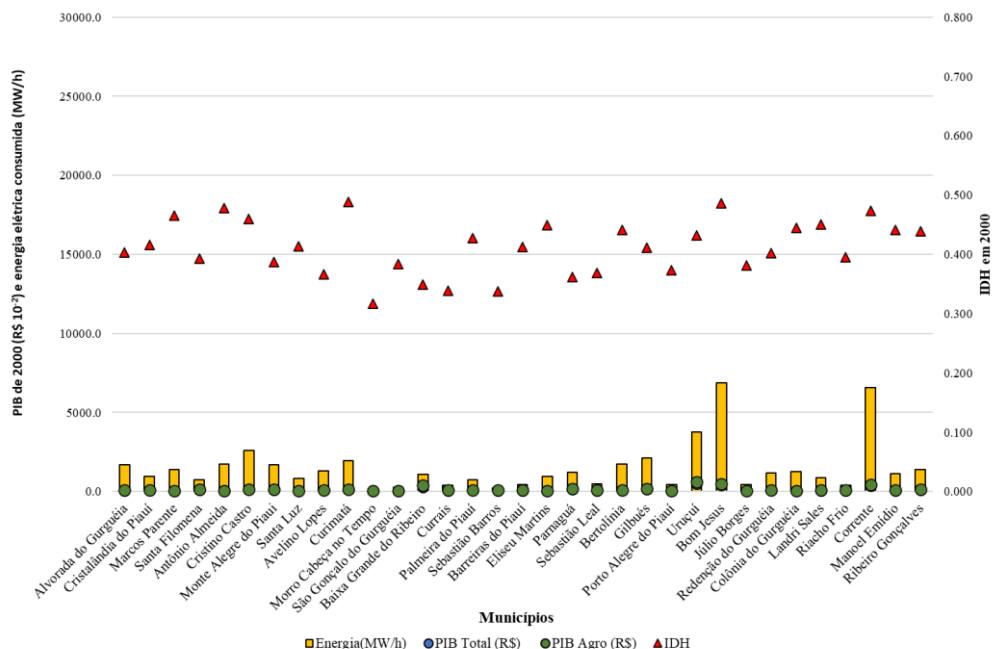


FIGURA 1. Variação do PIB Total, PIB Agropecuário, IDH e Energia Elétrica Consumida em 2000, em 33 Municípios do Piauí que Integram a Região do Matopiba.
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

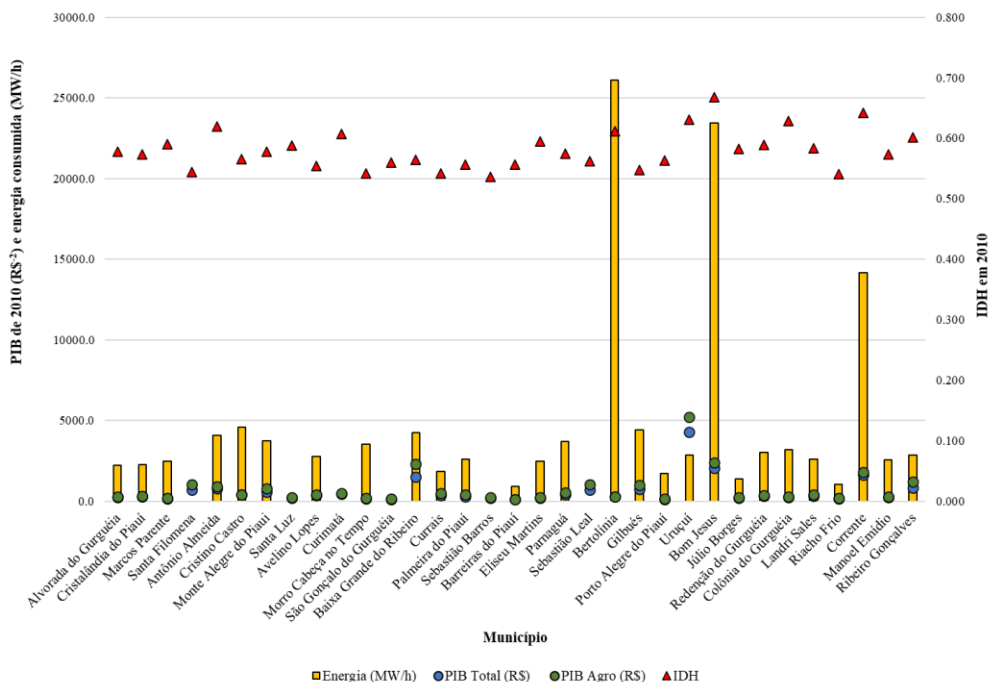


FIGURA 2. Variação do PIB Total, PIB Agropecuário, IDH e Energia Elétrica Consumida em 2010, em 33 Municípios do Piauí que Integram a Região do Matopiba.
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

ANAIS

Os resultados do consumo de energia elétrica em 2020 e os indicadores socio econômicos dos municípios selecionados encontram-se na Figura 3.

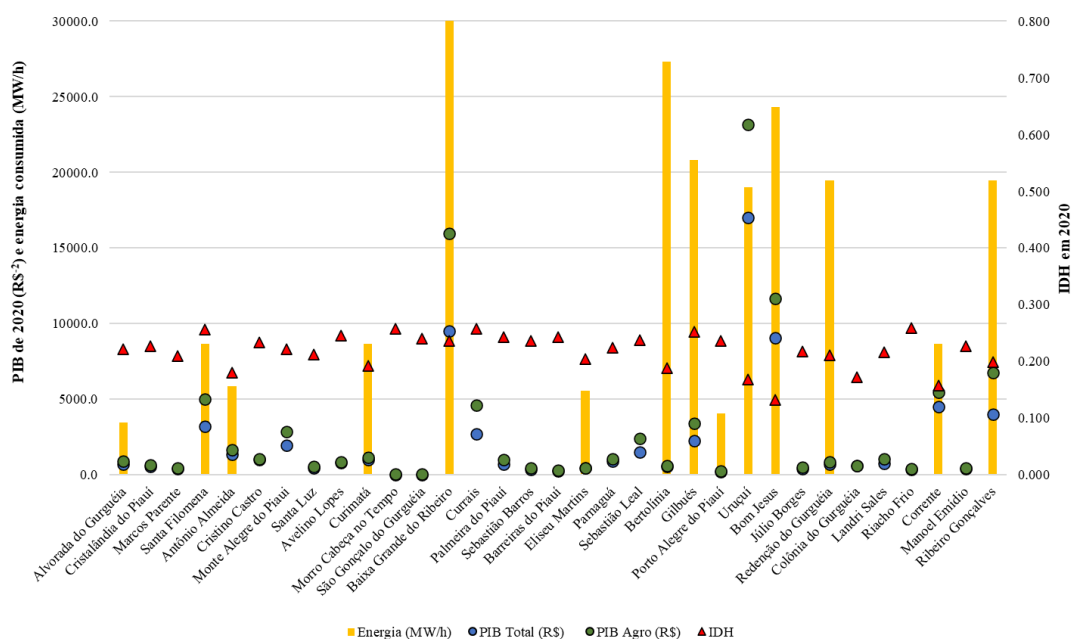


FIGURA 3. Variação do PIB Total, PIB Agropecuário, IDH e Energia Elétrica Consumida em 2020, em 33 Municípios do Piauí que integram a Região do Matopiba.
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Com relação ao PIB, entre os anos 2000 e 2010 houve crescimento de cerca de 500% no PIB do Matopiba, com destaque para algumas microrregiões, como o Alto Parnaíba Piauiense (Piauí). Com a introdução do agronegócio globalizado no Matopiba, observa-se a reconfiguração do agronegócio e um processo de reestruturação de algumas cidades inseridas nas regiões onde a atividade agrícola é prioridade (Souza, 2019). As composições técnica e política são progressivamente adequadas às demandas da agricultura globalizada e estas cidades prepararam-se para atender à produção agrícola da região.

Como a cadeia do agronegócio é extensa e complexa, com vários insumos envolvidos tanto no processo produtivo como no eventual processamento do produto, a cadeia produtiva abre potencial de trabalho em várias áreas. As cidades centrais dos municípios, são pontos que permitem a conexão entre o consumo, a produção e a circulação de mercadorias e capitais, contribuindo com as condições necessárias para o agronegócio mais competitivo (Koengkan, 2017). Portanto, o crescimento econômico pode ser induzido nas áreas agrícolas e se refletem nos serviços nas cidades próximas ao eixo de produção, como se observa nos resultados do PIB do agronegócio e no IDH nos municípios estudados.

Uma relação causal existe quando uma variável em um conjunto de dados tem uma influência direta em outra variável, também chamada de causa e efeito. Encontramos uma relação dinâmica entre o desenvolvimento da região e o aumento da produção agrícola



ANAIS

organizada na região. Isto foi evidenciado pelo crescimento do PIB e da energia elétrica consumida nos municípios estudados. Os resultados de Shahbaz et al. (2018) sugerem que o consumo de energia perde seu *status* de motor chave do crescimento econômico em tempos de economia aquecida no Brasil. A percepção é que o Brasil obteve tecnologia de eficiência energética com seu desenvolvimento econômico e passou a produzir em setores menos intensivos em energia, como a pecuária extensiva de corte. Entre as microrregiões em que a agropecuária apresenta participação maior do que 40% na economia local destaca-se a região do Alto Parnaíba Piauiense, com 45,2% (Pereira et al., 2018).

Entretanto, com a evolução do PIB e do IDH, indicado nas Figuras 1, 2 nota-se que, embora discrepante entre os municípios, houve crescimento econômico generalizado, representado pelo PIB e pelo aumento no consumo de energia na região. Já em 2020, nota-se a queda do IDH para valores menores que em 2000, provavelmente pelo efeito da pandemia de Covid-19.

4. CONCLUSÃO

A dinâmica socioeconômica do consumo de energia e índices de desenvolvimento foram analisados nos municípios do estado do Piauí que fazem parte da região do Matopiba. Houve uma forte correlação relação positiva e direta entre o PIB e o consumo de energia em 2000. O consumo de energia elétrica, por sua vez não mostrou relação causal com o IDH. Entretanto, os resultados indicaram a existência de uma coesão entre o crescimento econômico e consumo de energia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLFE, E. L. et al. Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.25, n.4, p. 38–62, 2016.

CHENG, B. S. Energy consumption and economic growth in Brazil, Mexico and Venezuela: a time series analysis. **Applied Economics Letters**, Abingdon, v.4, n.11, p. 671-674, 1997.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2016: Ano base 2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 294p.

KOENGGAN, M. The nexus between energy consumption, economic growth, and urbanization in Latin American and Caribbean countries: An approach with PVAR model. **Revista Valore**, Joaçaba, v. 2, p. 202-219, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/administracao-publica-e-participacao-politica/9663-censo-demografico-2000,2010,2020>. Acesso em: 01 fevereiro de 2022.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key World Energy Statistics. Paris: OECD



ANAIS

Publishing, 2018. https://www.oecd.ilibrary.org/energy/key-world-energy-statistics-2018_key_energy_stat-2018-en

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2019/2020 a 2029/2030**. 2020. Disponível em https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf/view

OUEDRAOGO, N. S. Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. **Energy**, Amsterdam, v.63, p. 28-41, 2013.

PAO, H-T., LIN, Y-Y., FU, H-C. Causality relationship between energy consumption and economic growth in Brazil. **Smart Grid and Renewable Energy**, Wuhan, v. 5, p. 198-205, 2014.

PEREIRA, C.N., PORCIONATO, G.L., CASTRO, N. Aspectos socioeconômicos da região do MATOPIBA. **Boletim regional, urbano e ambiental do IPEA**, 18, pp.47-60, 2018.

RODRÍGUEZ-CABALLERO, C. V., VENTOSA-SANTAULÀRIA, D. Energy-growth long-term relationship under structural breaks. Evidence from Canada, Latin American economies and the USA. **Energy Economics**, Amsterdam, v. 61, p.121-134, 2017.

SAAB, F. et al. Políticas públicas e desenvolvimento humano: fatores que impactam o IDH em municípios brasileiros. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, Joaçaba, v.20, n.2, p. 209–230, 2021.

SHAHBAZ, M. et al. The energy consumption and economic growth nexus in top ten energy-consuming countries: Fresh evidence from using the quantile-on-quantile approach. **Energy Economics**, Amsterdam, v.71, p.282-301, 2018.

SOUZA, G. V. Cidades do agronegócio: Difusão do consumo produtivo para agricultura moderna no Matopiba. **Revista da Geografia do Trabalho**, v.20, n. 2, p. 56-87, 2019.

VASSARSTATS. Web Site for Statistical Computation. 2021. Disponível em <http://vassarstats.net/>

VAZ, É. F., FARRET, F. A. Correlações de Pearson entre o Consumo de energia elétrica e os índices de desenvolvimento humano e econômico. In: Congresso Brasileiro de Automática-CBA, 2020. **Anais...** Santa Maria: Unisinos, 2020. p.1-8.

WARR, B.S., AYRES, R.U. Evidence of causality between the quantity and quality of energy consumption and economic growth. **Energy**, Amsterdam, v.35, p. 1688-1693, 2010.

ZHANG, Y-J. Interpreting the Dynamic Nexus between Energy Consumption and Economic Growth: Empirical evidence from Russia. **Energy Policy**, Amsterdam, v.39, p. 2265–2272,



ANAIS

2011.