EXTERNALIDADES SOCIOECONÔMICAS DE USINAS DE ENERGIA RENOVÁVEL EM TRÊS CIDADES BRASILEIRAS

Juliano Spina Ramos[1]
Laura Almeida Mattioli[2]
Nathan Andreas Atab[3]
Hugo E. Meza Pinto[4]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar as externalidades econômicas positivas geradas pela implementação de usinas fotovoltaicas em três municípios. A análise foi conduzida em municípios brasileiros que abrigam grandes empreendimentos desse tipo, a fim de compreender a potencial influência de tais iniciativas na economia local, medido por indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* e a arrecadação de impostos. Os resultados demonstram que a construção e operação das usinas fotovoltaicas gera externalidades positivas que aceleram o crescimento desses indicadores, evidenciado pelo crescimento da arrecadação tributária e pela evolução do PIB *per capita*. O estudo revelou, por exemplo, que, após o inicio das obras e entrada em operação de um dos empreendimentos análisados, houve uma elevação média anual de 97,52% na arrecadação de impostos sobre produtos no período posterior a construção no municipio sede, enquanto foi de 13,90% no intervalo anterior. Além disso, o crescimento do PIB *per capita* no mesmo período apontou para a geração de atividades econômicas mais eficientes e de maior valor agregado. Embora a análise sugira uma relação positiva entre a instalação das usinas e o desenvolvimento econômico local, são recomendados estudos adicionais para determinar com maior precisão as relações de causalidade entre os empreendimentos fotovoltaicos e os indicadores macroeconômicos. Conclui-se que as usinas fotovoltaicas, além de atenderem à

[1] Aluno do Curso de Ciências Econômicas da FAE Centro Universitário. *E-mail:* juliano.s.ramos@mail.fae.edu

[2] Aluna do Curso de Ciências Econômicas da FAE Centro Universitário. *E-mail:* laura.mattioli@mail.fae.edu

[3] Aluno do Curso de Ciências Econômicas da FAE Centro Universitário. *E-mail:* nathan.atab@mail.fae.edu

[4] Professor orientador. Economista, Doutor. Professor da disciplina de Macroeconomia, microeconomia. *E-mail:* hugo.pinto@fae.edu

demanda crescente por energia limpa, desempenham um papel relevante na geração de externlidades que promovem desenvolvimento econômico sustentável nos municípios onde estão localizadas.

Palavras-chave: Energia Renovável. Desenvolvimento Socioeconômico. Externalidades. Usinas Fotovoltaicas. Políticas Públicas.

INTRODUÇÃO

Este trabalho investiga as ponteciais externalidades econômicas geradas pela instalação de grandes usinas fotovoltaicas em 3 municipios brasileiros. Diante da crescente importância das energias renováveis no cenário global, é relevante analisar como esses empreendimentos podem contribuir para o desenvolvimento econômico local. A pesquisa foca em três principais frentes: na geração de riqueza dos municípios, na potencial influência na qualidade de vida da população local e no orçamento público.

O primeiro objetivo deste estudo é analisar a variação da geração de riqueza das cidades, mensurada pelo Produto Interno Bruto (PIB), além de observar o comportamento do PIB per capita, um importante indicador para avaliar o crescimento econômico ajustado pela variação populacional. A partir desta análise, busca-se compreender como a presença das usinas fotovoltaicas pode influenciar a economia local, especialmente em termos de aumento da produção de bens e serviços.

Em segundo lugar, pretende-se avaliar a potencial influencia desses empreendimentos no surgimento de externalidades que melhorarem a qualidade de vida da população local, utilizando como parâmetro a variação da arrecadação de imposto de renda nos municípios, diferenciada entre pessoas físicas e jurídicas. Esta análise permitirá verificar se houve um ganho nominal e proporcional ao número de agentes econômicos, o que pode indicar uma melhoria no nível de renda, que é em um dos critérios de qualidade de vida da população residente.

Por fim, o terceiro objetivo é investigar a influencia das externalidades geradas pelas usinas no orçamento público. Para isso, foi examinada a variação dos “impostos sobre produtos, líquidos de subsídios”, conforme as informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa análise busca identificar se a arrecadação deste tipo de tributo acelerou nos anos posteriores ao inicio da construção das usinas, quando comparado com os anos anteriores disponiveis na base do instituto.

A metodologia adotada envolve a análise de alguns indicadores econômicos e de arrecadação tributária fornecidos por fontes oficiais, como o IBGE e a Receita Federal. A partir desses dados, foi possível verificar a presença de padrões de crescimento e desenvolvimento potencialmente associados à instalação das usinas. As conclusões obtidas servirão como base para a formulação de políticas públicas que incentivem a expansão de energias renováveis, com vistas à promoção de um desenvolvimento econômico sustentável, equitativo e com benefícios para as populações locais.

Dessa forma, o estudo contribui para o debate sobre o papel das energias renováveis não apenas no fornecimento de energia limpa, mas também como catalisadoras do desenvolvimento econômico e social nas regiões onde são implantadas.

1 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura busca delinear um panorama das usinas de energia renováveis, bem como as externalidades delas geradas, tais como a geração de empregos e a redução de emissões. Além disso, visa-se lançar um olhar acerca do papel do Estado no que tange à dinâmica em torno das usinas.

1.1 AS USINAS DE ENERGIA RENOVÁVEL, SUAS EXTERNALIDADES E O PAPEL DO ESTADO

Antes de analisar as externalidades oriundas das usinas de energias renováveis é necessário olhar para o conceito de externalidades, a fim de buscar um entendimento acerca do seu funcionamento, e Mankiw define da seguinte forma:

> Uma externalidade surge quando uma pessoa se envolve em uma atividade que provoca impacto no bem-estar de um terceiro, que não participa dessa ação, sem pagar nem receber nenhuma compensação pelo impacto provocado. Se o impacto sobre o terceiro for adverso, isso é denominado externalidade negativa. Se for benéfico, é chamado externalidade positiva. Quando há externalidades, o interesse da sociedade em um resultado de mercado vai além do bem-estar dos compradores e dos vendedores que participam do mercado; passa a incluir também o bem-estar de terceiros que são indiretamente afetados. Como compradores e vendedores desconsideram os efeitos externos de suas ações quando decidem quanto demandar ou ofertar, o equilíbrio de mercado não é eficiente quando há externalidades. Ou seja, o equilíbrio não maximiza o benefício total para a sociedade como um todo (Mankiw, 2021, p.156).

Dessa forma, entende-se que as influências geradas pelas usinas de energia renováveis podem causar essas externalidades, podendo ser positivas ou negativas. Além disso, entende-se que essas externalidades influem nas dinâmicas socioeconômicas das regiões em que estão instaladas ou em que irão ser instaladas.

Conforme Pedroso *et. al* (2018), um aspecto fundamental a ser considerado no momento de averiguar as externalidades, na prática, das usinas de energia renováveis é olhar para as dinâmicas dos mercados de trabalho e setores próximos, principalmente nas fases de construção dessas usinas. Essa é uma externalidade de cunho positivo, pois, ocorre a geração de empregos e empregos temporários, o que aumenta a renda e estimula o consumo nessas localidades, tornando-as mais ativas economicamente e, além disso, podem atrair investimentos para as regiões.

Bizawu e Soares (2018) reforçam essa ideia de que, mesmo com altos custos de investimento inicial das usinas de energia renovável, as externalidades socioeconômicas

são positivas no longo prazo, isto porque podem impulsionar as economias locais, o que pode gerar influências na qualidade de vida daqueles que residem nessas regiões.

Outro ponto a se destacar é a questão acerca da sustentabilidade, no qual as usinas de energias renováveis apresentam-se como alternativas mais sustentáveis e que segundo Vieira (2021), contribuem para a diminuição de dióxido de carbono (CO2) e outros poluentes atmosféricos, visto que operam sem emissão de gases nocivos e auxiliando na contenção do aquecimento global. Além disso, Bizawu e Soares (2018), destacam que as usinas de energia renovável contribuem para a conservação dos recursos naturais, ainda mais nas regiões mais atingidas por secas, visto que usinas eólicas e solares não fazem uso de água como nas termelétricas, por exemplo.

Além das externalidades positivas, tais como ocupar menos espaço terrestre em comparação com as instalações de energia não renovável, geração de empregos, aumento da renda e da atividade econômica regional estímulos à setores próximos e outras que aparecem na literatura acerca do tema, há também as externalidades negativas, que conforme apontado por Vieira (2021), pode vir por parte de hidrelétricas ou parques solares no que tange a fragmentação e destruição de habitats naturais, danificando biodiversidade e prejudicando espécies nativas de animais ou por conta das turbinas eólicas que podem representar perigos às aves em seus períodos migratórios.

Outro ponto negativo que é apontado por Obregon *et al*. (2020), é no caso das hidrelétricas que por conta da construção das barragens pode afetar a hidrologia de rios, a migração de peixes, a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos. O autor ainda observa que para uma boa avaliação das influências das usinas nos ecossistemas e biodiversidade é necessário considerar externalidades tanto positivas quanto negativas nos planejamentos e visar a mitigação de riscos e danos ambientais o que inclui a escolha de locais de construção adequados, a implementação de medidas de conservação da biodiversidade e a realização de estudos de impacto ambiental abrangentes antes da implementação de grandes projetos de energia renovável.

Além das externalidades negativas de cunho ambiental Bondarik; Pilatti e Horst (2018), destacam questões de externalidades mais relacionadas ao ser humano, tais como o barulho que advém das hélices das usinas eólicas causando desconforto e perturbação para os residentes próximos, ou a mudanças em paisagens e estéticas visuais, as quais podem afetar o senso de identidade e pertencimento das comunidades locais.

Além de olhar para as questões acerca das externalidades advindas das usinas de energias renováveis é preciso olhar para o papel do estado no que tange ao seu desenvolvimento, pois como aponta Mazzucato (2014), se não fosse pelo estímulo dado pelos governos seja por meio de incentivos em *P&D*, difusão de tecnologias, mudanças

reguladoras, compromissos financeiros e apoio de longo prazo para as empresas emergentes a transição energética iniciada nas últimas década não teria ocorrido.

Sendo assim, entende-se que o Estado desempenha um papel importante no contexto das usinas de energias renováveis, o qual ficam responsáveis pela criação de ambientes e condições mais favoráveis para implementação e desenvolvimento desses projetos mais sustentáveis. O que, conforme Paixão e Miranda (2018), pode ser feito a partir de incentivos financeiros, como subsídios e créditos tributários, para projetos de energia renovável, bem como programas de incentivo à produção e consumo de energia limpa.

Segundo Obregon *et al*. (2020), essas regulamentações e políticas possuem influências robustas para o desenvolvimento de energia renovável e no subsequentes externalidades socioeconômicas positivas e assim criar um ambiente de investimento estável e previsível, cujo as políticas governamentais podem atrair investimentos privados significativos para o setor de energia renovável, fomentando o crescimento econômico e a criação de empregos. Com isso os governos podem impulsionar a inovação tecnológica e reduzir os custos de energia renovável, tornando-as mais competitivas em relação às fontes de energia não renováveis.

Portanto, é preciso que crie ambientes colaborativos, que envolvam toda a sociedade, incorporando o setor público, o setor privado e principalmente a população regional, a qual pode ser mais afetada e debater acerca das perspectivas futuras para o setor. Mazzucato aponta que:

> Um dos maiores desafios para o futuro, tanto em tecnologia limpa quanto em relação a qualquer tecnologia que venha em seguida, será garantir que, ao construirmos ecossistemas colaborativos, não apenas socializemos os riscos, mas também as recompensas. Só assim o ciclo de inovação será sustentável com o tempo, tanto econômica quanto politicamente. Nessa última esfera, é importante que os contribuintes entendam que se beneficiam com os grandes investimentos do Estado para construir as bases para os lucros privados futuros. Como os empregos estão cada vez mais globais, em vez de resistir a isso com dogmas nacionalistas, existem maneiras concretas de pegar o retorno dos investimentos do Estado de forma que os cidadãos que financiam o desenvolvimento tecnológico possam estar certos de compartilhar os ganhos (Mazzucato, 2014, p. 206).

Em suma, compreende-se que o Estado tem um papel importante na dinâmica de elaboração e implementação desses projetos de desenvolvimento de usinas de energias renováveis. Entende-se também que esses empreendimentos geram externalidades, tanto positivas quanto negativas, as quais devem ser analisadas e refletidas no momento da criação dos planejamentos. O fato é que é necessário pensar

em soluções para atender às necessidades futuras de energia e abrandar a mudança climática, temas que estão em voga na atualidade.

Dado exposto, entende-se que é preciso ser inovativo no que se refere a essa temática, contudo “A inovação não ocorre sem o esforço de muita gente e não pode ser levada adiante sem uma visão de longo prazo que fixe a direção e deixe claros os objetivos.” (Mazzucato, 2014, p. 215). E, espera-se que cada vez mais seja fomentado discussões e pesquisas acerca deste tema, visto sua importância e influência na vida dos indivíduos.

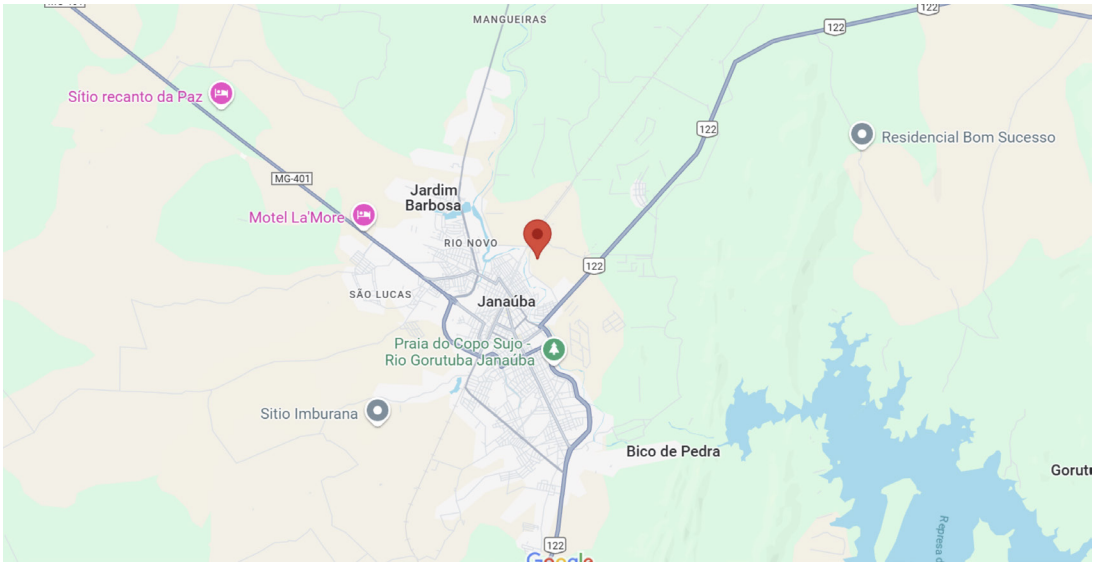
1.2 TRÊS, DENTRO DAS MAIORES USINAS DE ENERGIA RENOVÁVEL DO BRASIL

Na seção que se segue busca-se lançar um panorama acerca de três das maiores usinas de energia renovável instaladas no Brasil a fim de ter uma visão holística a respeito de sua dinâmica.

1.2.1 Usina da cidade de Janaúba (MG)

O Complexo Solar Janaúba, situado no Norte de Minas Gerais, é a maior usina de produção de energia solar do Brasil. Confome o Ministério de Minas e Energia (MME, 2023), com um investimento total de R$4 bilhões, o empreendimento gerou aproximadamente 11 mil empregos diretos e indiretos durante sua construção. Possui uma capacidade de geração de 1,2 GWp, o que é suficiente para abastecer mais de 1 milhão de residências. O complexo é composto por 20 parques solares, ocupando uma área de 3 mil hectares, equivalente a cerca de 4.300 campos de futebol, e conta com a instalação de 2,2 milhões de módulos fotovoltaicos. A FIG. 1 mostra a localização da usina.

FIGURA 1 - Visão de satélite indicando a localização aproximada da usina fotovoltaica no norte de Minas Gerais



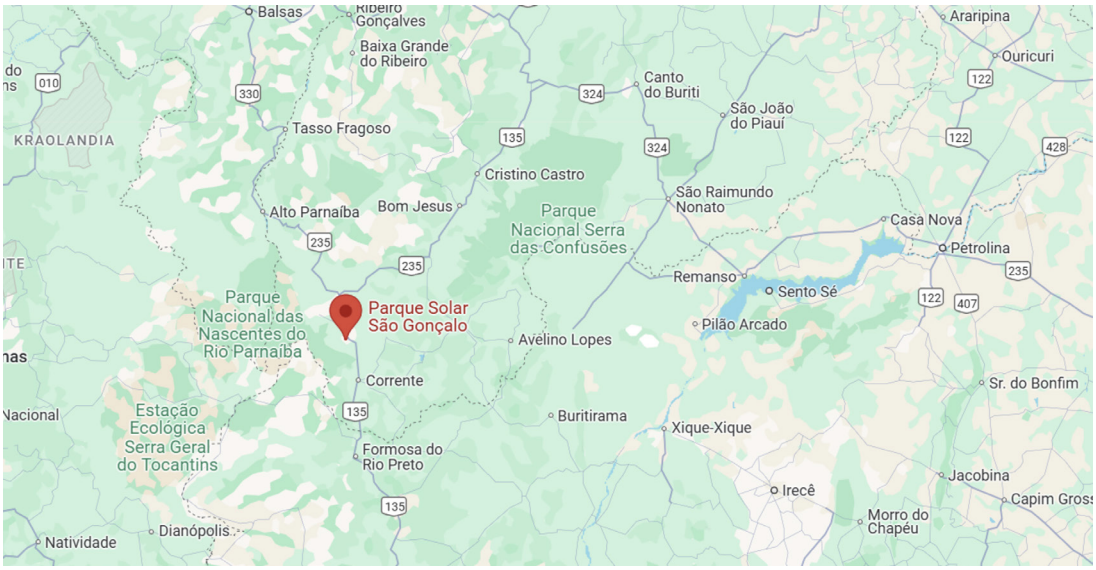
FONTE: Google Maps (2024)

A Usina Fotovoltaica localizada na região noroeste de Minas Gerais exemplifica a expansão da energia solar no Brasil. Esta área, marcada na imagem por um ícone estrelado, destaca-se por sua elevada exposição solar, facilitando a geração eficiente de energia renovável. A usina se beneficia da topografia local e do clima favorável, fatores que maximizam a produção de energia enquanto minimizam os custos operacionais e de manutenção.

1.2.2 Usina da cidade de São Gonçalo do Gurguéia (PI)

A planta solar de São Gonçalo, localizada no estado do Piauí, destaca-se como um parque recordista no Brasil, com mais de 2,2 milhões de painéis solares. Conforme Enel Green Power (2023), essa central ocupa uma área total de aproximadamente 12.000.000 m², equivalente a cerca de 1.500 estádios de futebol, e desempenha um papel fundamental na recuperação verde no país. Com uma produção de energia de 2,3 TWh, a instalação contribui significativamente para a redução das emissões de CO2, evitando mais de 1,2 milhões de toneladas de gás por ano. A tecnologia solar utilizada nessa planta exemplifica o potencial das energias renováveis na busca por um futuro sustentável. A FIG. 2 mostra a localização da usina de São Gonçalo do Gurguéia (PI).

FIGURA 2 - Localização da usina solar fotovoltaica São Gonçalo do Gurguéia em Piauí



FONTE: Google Maps (2024)

A FIG. 2 mostra a localização a Usina Solar Fotovoltaica São Gonçalo, localizada no município de São Gonçalo do Gurguéia no estado do Piauí, Situada geograficamente entre as cidades de Picos e Floriano, conforme indicação na imagem de satélite, a usina contribui significativamente para o aumento da capacidade energética renovável do Brasil, alinhando-se às políticas nacionais de sustentabilidade energética.

1.2.3 Usina da cidade de Jaíba (MG)

Conforme Canal Solar (2023), a Usina Solar Sol do Cerrado, localizada em Jaíba (MG) e operada pela Vale, destaca-se como um dos maiores projetos solares do Brasil. Com uma capacidade instalada de 766 MWp, ocupa uma área de 1.400 hectares e representa um investimento de aproximadamente R$3 bilhões. O empreendimento conta com mais de 1,4 milhão de módulos solares e tem como principal objetivo fornecer energia renovável suficiente para atender parte das operações da Vale, contribuindo para a redução das emissões de carbono em cerca de 134 mil toneladas de CO_2 por ano. A FIG. 3 mostra a localização da usina.

FIGURA 3 - Visão de satélite indicando a localização aproximada da usina fotovoltaica de Jaíba em Minas Gerais



FONTE: Google Maps (2024)

Localizada no norte de Minas Gerais, a Usina Fotovoltaica de Jaíba contribui para o crescimento da geração de energia solar no Brasil. Essa usina aproveita as condições climáticas favoráveis da região caracterizadas por alta incidência solar, para produzir energia de maneira sustentável e eficiente. A usina está posicionada estrategicamente na região semiárida do estado, aproveitando um vasto terreno com pouca cobertura vegetal, o que maximiza a exposição ao sol sem grandes impactos ambientais adversos.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza exploratória, uma vez que busca fazer um estudo de caso sobre as externalidades geradas pela construção das usinas fotovoltaicas em três casos específicos.

Assim, o estudo procurará investigar se os incentivos públicos para a instalação dessas usinas, além de promover a transição energética, também podem ter influencia social mensurável, podendo ser classificados como políticas sociais. Com o intuito de delimitar um escopo adequado para esta pesquisa, o estudo visou alcançar os seguintes objetivos:

1. Analisar a variação da geração de riqueza das cidades, mensurada pelo Produto Interno Bruto (PIB) e a variação desta em relação a população (PIB per capita).
2. Avaliar a potencial influencia desses empreendimentos no surgimento de externalidades que propiciariam o aumento da renda dos individuos e empresas, a partir da arrecadação de imposto de renda de pessoas fisicas e juridicas (RFB)
3. Investigar as possíveis externalidades que influenciem no orçamento público, a partir do seu efeito no comércio local, examinando os "impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos" (IBGE). A FIG. 4, resume a interação desses três processos metodológicos deste artigo:

FIGURA 4: Externalidades das usinas fotovoltaicas



FONTE: Os autores (2024)

Na FIG.4, os três fatores são colocados dentro de uma estrutura circular com o ícone de um gerador no centro, representando os empreendimentos como o ponto central que afetaria todos esses indicadores econômicos.

2.1 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

A escolha da amostra foi norteada por averiguar se, ao menos nos maiores empreendimentos fotovoltaicos, há externalidades positivas significativas o suficiente para serem mensuradas por indicadores macroeconômicos dos municípios sede.

Com o viés supracitado, foram selecionadas as três maiores usinas fotovoltaicas brasileiras, de acordo com sua capacidade produtiva de energia, sendo elas: Complexo solar de Janaúba, Parque solar de São Gonçalo e Sol do Cerrado. Essas usinas são localizadas, respectivamente, nos municípios de Janaúba, São Gonçalo do Gurguéia e Jaíba.

2.2 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi feita a partir de bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2022) e da Receita Federal (Receita Federal, 2024). Os dados traziam séries históricas de cada um dos indicadores para os municípios desde o início dos anos 2000 até o final de 2023, no caso da Receita Federal, e até 2021, no caso do IBGE.

A análise foi dividida nos três focos listados acima. A comparação foi feita visando analisar se houve, nas três cidades, uma acentuação perceptível na variação média anual dos indicadores analisados no intervalo anterior ao início das obras das usinas nos municípios em relação ao intervalo posterior. Além desta, é realizada uma consolidação comparativa entre os municípios, para se identificar se os três apresentam padrão similar nas externalidades.

Quanto aos valores analisados, eles foram corrigidos a valores correntes das últimas informações dispostas em suas bases de dados. Ou seja, os dados referentes ao PIB e a Arrecadação Municipal Líquida de Subsídios está em preços correntes de 2021, a qual foi feita pelo próprio IBGE, e em escala de 1 para 1.000.

Sobre os dados de arrecadação de Imposto de Renda, eles foram atualizados a valores correntes do final de 2023 pela equipe de pesquisa. Os dados Per Capita e Por Agente também foram calculados pela equipe elaboradora do artigo, a partir do dado de número de contribuintes por natureza, isto é, pessoa física ou jurídica, da mesma base de dados. A exceção para a divisão por natureza foi o município de São Gonçalo do Gurguéia, devido a falta de dados que a detalhasse no intervalo anterior a construção da usina do município.

A diferença nominal para os indicadores foi calculada sob os indicadores já corrigidos, com a diferença percentual no intervalo tendo sido realizada a partir da utilização do método *"Compound Annual Growth Rate"* (CAGR).

3 DESENVOLVIMENTO: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

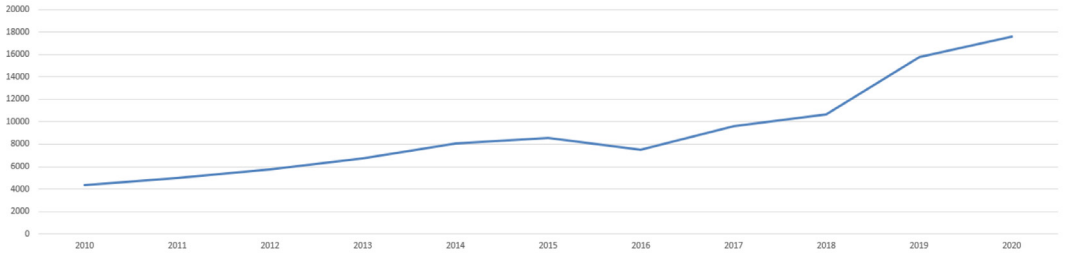
Nesta seção, serão apresentados os resultados da análise proposta na seção anterior. A análise foi feita por subcapitulos, onde em cada um foi realizada a análise de um dos municípios da amostra. Dentro destes, a análise se subdivide a partir dos objetivos propostos.

3.1 APURAÇÃO DE SÃO GONÇALO DA GURGUÉIA

3.1.1 Apuração do Crescimento Econômico

O Empreendimento de São Gonçalo do Gurguéia teve sua construção iniciada em outubro de 2018. Quando observada a evolução de seu Produto Interno Bruto (PIB) é notório que houve aceleração do crescimento do indicador. De 2010 a 2018, a variação média anual é de 12,70%, enquanto de 2018 a 2021 é de 19,16%.

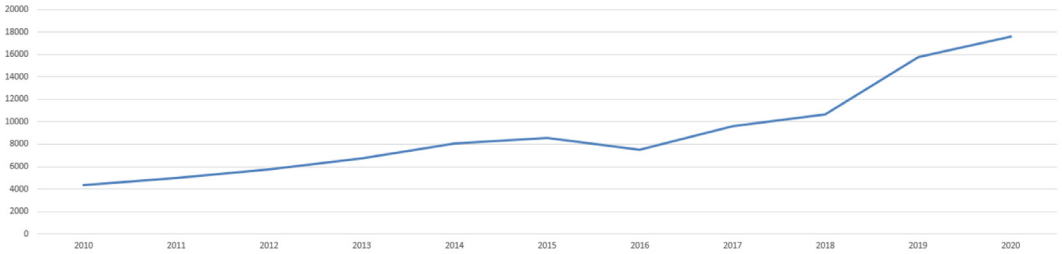
GRÁFICO 1- Série histórica PIB de São Gonçalo do Gurguéia a preços correntes



FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

Quando esta evolução é colocada em perspetiva com a progressão da população, o mesmo efeito pode ser observado. Ou seja, os municípios passaram a produzir mais por habitante. O crescimento médio de 2010 a 2018 foi de 11,74%, enquanto de 2018 a 2021 foi de 18,57%, como pode ser visto no GRÁF. 2.

GRÁFICO 2 - Série histórica PIB de São Gonçalo do Gurguéia a preços correnteS



FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

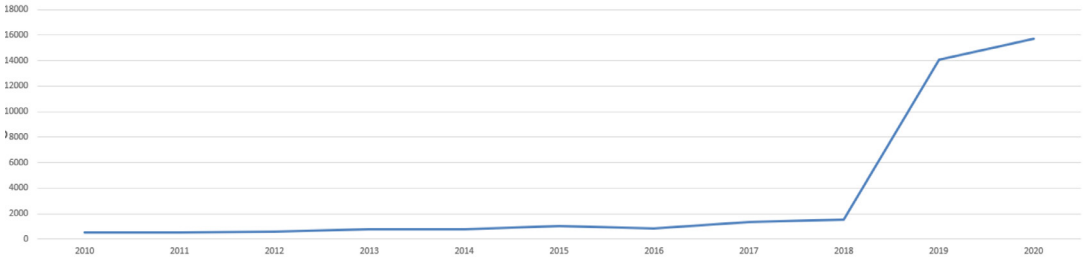
Com base nos dados apresentados, é possível inferir que o Empreendimento de São Gonçalo do Gurguéia pode ter influenciado no crescimento econômico da região, conforme evidenciado pela aceleração da taxa de variação do PIB após o início da construção em 2018. A variação média anual do PIB, que era de 12,70% entre 2010 e 2018, aumentou para 19,16% no período de 2018 a 2021, indicando uma influência direta do empreendimento na economia local. Além disso, a análise do PIB per capita reforça essa tendência, com um aumento médio de 11,74% no período anterior ao empreendimento e de 18,57% após o início de sua implementação. Esses números demonstram não apenas um crescimento agregado, mas também um aumento na produtividade por habitante, apontando para uma evolução econômica substancial.

3.1.2 Progressão da Arrecadação de Imposto no Município.

Quanto à arrecadação de impostos, podem ser identificadas externalidades positivas no período posterior à construção da usina do município. De 2018 a 2021, o crescimento médio anual foi de 97,52%. Enquanto isso, de 2010 a 2018 foi de 13,90%.

Nominalmente, isso significa uma progressão de 542,73 mil em 2010, para 1537,59 mil em 2018 a até 11.848,46 mil em 2021, como pode ser mostrado no gráfico 3.

GRÁFICO 3 - Série histórica arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, a preços correntes em São Gonçalo do Gurguéia



FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

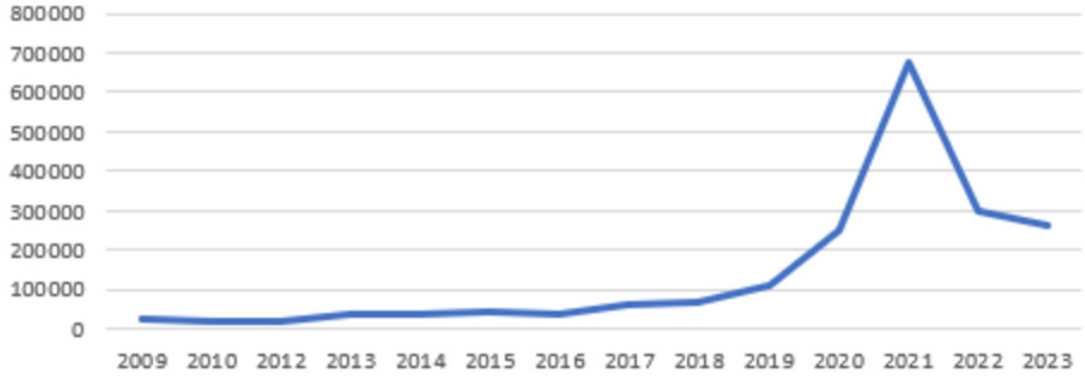
A análise da arrecadação de impostos em São Gonçalo do Gurguéia revela uma notável externalidade positiva após o início da construção do empreendimento no município. O crescimento médio anual da arrecadação, que foi de 13,90% entre 2010 e 2018, saltou para impressionantes 97,52% no período de 2018 a 2021. Em termos nominais, isso representa um aumento substancial na arrecadação, que passou de R$542,73 mil em 2010, para R$1.537,59 mil em 2018, alcançando o valor expressivo de R$11.848,46 mil em 2021. Esses dados destacam o impacto arrecadatorio positivo proporcionado pelo desenvolvimento da usina, refletindo um aumento significativo nos recursos disponíveis para o município.

3.1.3 Progressão da arrecadação de Imposto de Renda dos municípios.

Quanto a este tópico, a cidade carece de dados mais detalhados da receita federal em diversos anos. A divisão entre agentes da arrecadação só começou a ser feita em 2020 no município, o que deixaria o mesmo apenas com o intervalo posterior ao da usina para análise.

Com isso em vista, excepcionalmente para esse município, foi feita uma análise apenas da arrecadação total. Neste indicador, a progressão nominal no intervalo anterior a usina foi de 25.564,95 em 2009 a 65.882,90. Já para o intervalo posterior, o aumento nominal foi de 65.882,90 em 2018 para 262.660,48 em 2023. Isso significa, respectivamente, crescimento médio anual de 12,56% e 23,72%. O gráfico 4, mostra a evolução da arrecadação total de impostos de renda total do município.

GRÁFICO 4 - Arrecadação de Imposto de Renda total



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Desta forma, pode-se aferir que o município teve uma progressão significativa de arrecadação de imposto de renda nos anos após o início das obras. Dada a proporção, é possível inferir que o empreendimento teve influência sobre esse resultado, não só

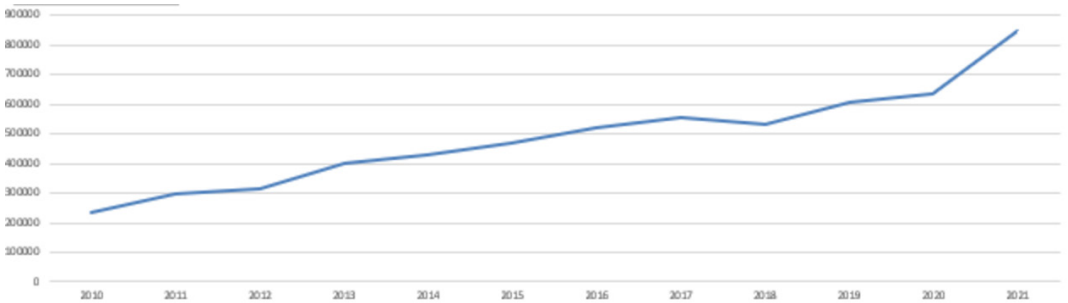
diretamente, mas também indiretamente, pelo desenvolvimento da economia no entorno de suas obras.

3.2 APURAÇÃO DE JAÍBA

3.2.1 Apuração do Crescimento Económico

A construção do complexo Sol do Cerrado, em Jaíba, teve suas obras iniciadas em janeiro de 2021 (Vale, 2022). Neste ano, pode ser identificada uma grande externalidade positiva no âmbito da produção municipal. Neste ano, o crescimento do PIB municipal foi de 33,74%, enquanto o crescimento médio até então foi de 10,53%. Nominalmente, isso quer dizer uma variação de 233.405,60 mil a 634.980,44 mil até 2020, indo até 8.492.09,78 mil em 2021, como pode ser visto no gráfico 5.

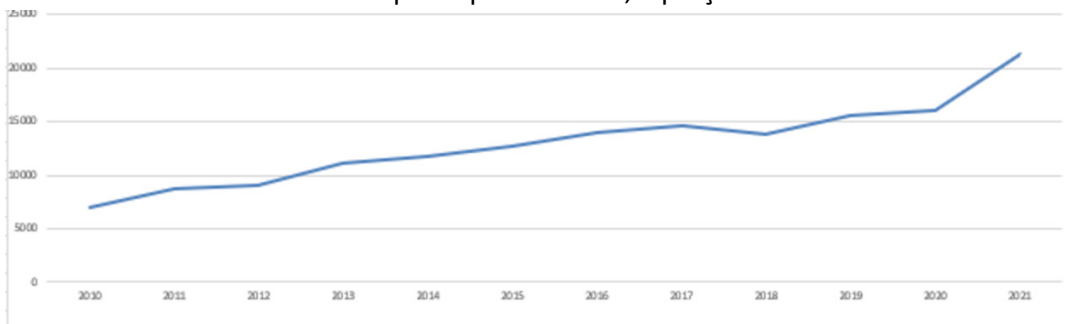
GRÁFICO 5 - Série histórica PIB de Jaíba, a preços correntes



FONTE: Adaptado de IBGE (2024)

Quando colocada em perspetiva a progressão populacional, o efeito se repete. Usando dos mesmos intervalos supracitados, o crescimento médio foi de 32,19% e 8,78%, respectivamente. Tal progressão pode ser observada no gráfico 6.

GRÁFICO 6 - Série histórica PIB per capita de Jaíba, a preços correntes

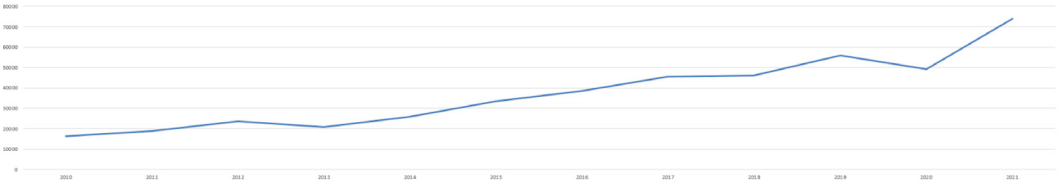


FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

3.2.2 Apuração da arrecadação Impostos sobre Produtos

Quanto a apuração de impostos no município, também é possível identificar uma progressão mais acelerada no recorte proposto, conforme pode ser observado no gráfico 7. Em 2021, o aumento foi de 50,06%, enquanto nos anos anteriores a média foi de 11,67%,

GRÁFICO 7 - Série histórica arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, a preços correntes em Jaíba

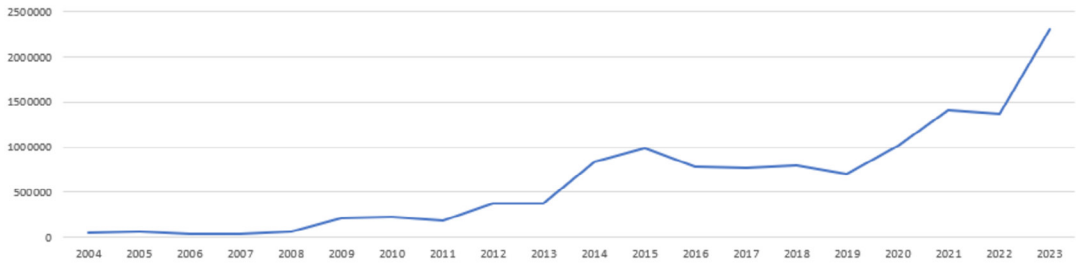


FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

3.2.3 Progressão da Arrecadação de Imposto de Renda dos Municípios.

Tendo em vista a arrecadação de imposto de renda por pessoa física, o recorte nos anos após início da construção da usina 2021 a 2023 teve um crescimento médio anual de 31,26% (R$975.494,11 a R$2.206.259,50), enquanto o recorte anterior tinha 20,63% (R$48.499,24 a R$975.494,11). O GRÁF. 8 mostra esse incremento.

GRÁFICO 8 - Arrecadação de imposto de renda por pessoa física Jaíba

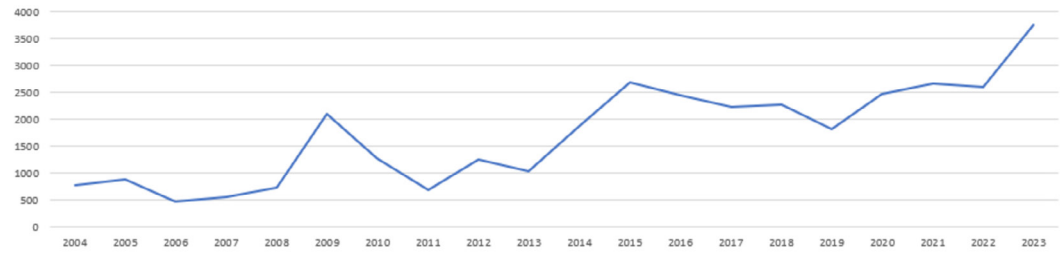


FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Quando colocada em perspetiva com a variação do número de agentes, percebe-se que cada agente contribuiu, em média, mais com a receita federal. Isso é um indicativo de enriquecimento da população. Soma-se a isso o aumento do número de contribuintes na cidade, que pode ser um indicativo de que mais pessoas atingiram o patamar necessário de renda para serem obrigadas a pagar o imposto de renda.

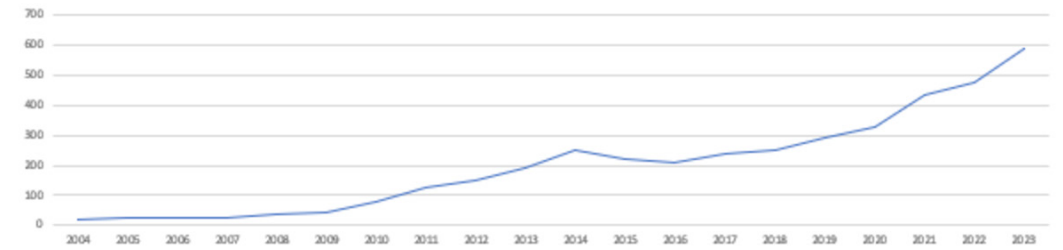
A variação do intervalo anterior foi de 2,12% (R$2.204,51 a R$3.001,52) e o posterior foi de 12,77% na média anual (R$3.001,52 a R$3.758,53). Esta variação é mostrada pelo GRÁF. 9:

GRÁFICO 9 - Arrecadação IR de pessoa física per capita Jaíba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

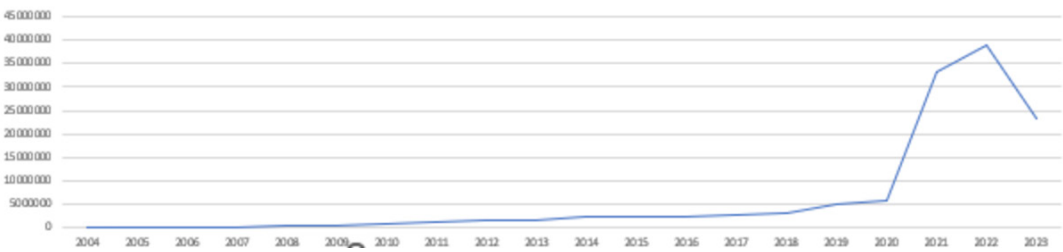
GRÁFICO 10 - Número de contribuintes pessoa física Jaíba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Tendo em vista a arrecadação de imposto de renda por pessoa jurídica, o recorte nos anos após início da construção da usina 2021 a 2023 teve uma variação média anual de 47,56%, enquanto o recorde anterior tinha um crescimento de 21,04%.

GRÁFICO 11 - Arrecadação de IR pessoa jurídica Jaíba

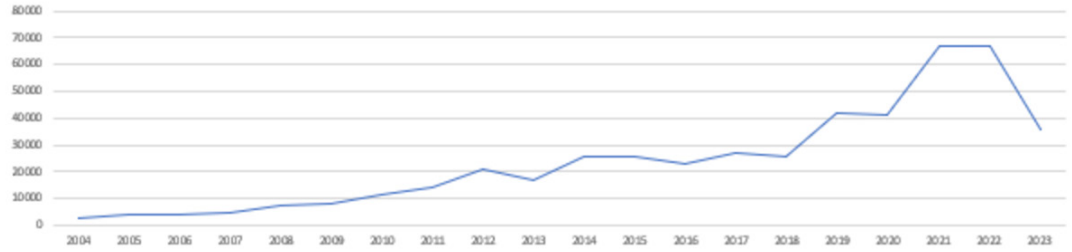


FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Quando colocada em perspetiva com a variação do número de agentes, percebe-se que cada agente contribuiu, em média, menos com a receita federal. No período anterior, a variação média anual foi de 12,55%. Enquanto isso, devido a queda na arrecadação

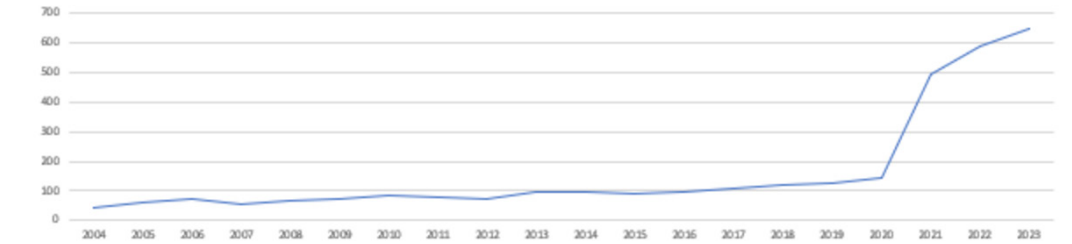
nominal e ao aumento no número de agentes, a variação per capita média no período pós usinas foi de -10,48%

GRÁFICO 12 - Arrecadação IR de pessoa jurídica per capita Jaíba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

GRÁFICO 13 - Número de contribuintes pessoa jurídica Jaíba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Com isso, conclui-se que, na cidade de Jaíba, dada a variação dos indicadores no período posterior à construção do empreendimento , que a usina pode ter influenciado positivamente nos indicadores. Destaca-se, entretanto, a reversão da tendência de aumento da arrecadação de IR de pessoa jurídica per capita em 2022 e principalmente 2023, que fez com que o recorte como um todo ficasse inferior ao período anterior às obras.

3.3 APURAÇÃO DE JANAÚBA

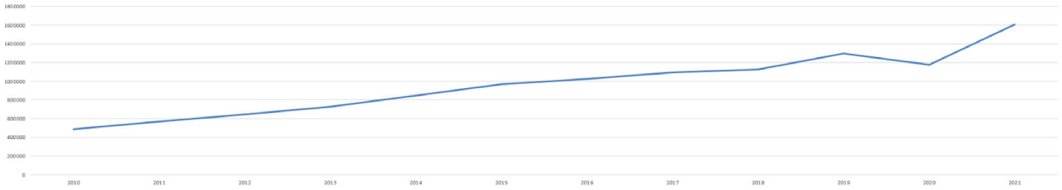
3.3.1 Apuração do Crescimento Económico

A construção do Complexo de Janaúba começou em 2021 (FotoVolt, 2020). Quando considerado esse intervalo, mensura-se uma evolução mais acelerada do índice.

Após o início da obra, em 2021, o crescimento da economia local foi de 36,58%, contra o crescimento médio anual anterior de 9,13%. Nominalmente, o intervalo de 2010

a 2020 foi de 490.115,18 mil para 1.174.157,36 mil ,enquanto o de 2020 a 2021 foi de 1.174.157,361 mil para 1.603.650,58 mil, máxima da série histórica.

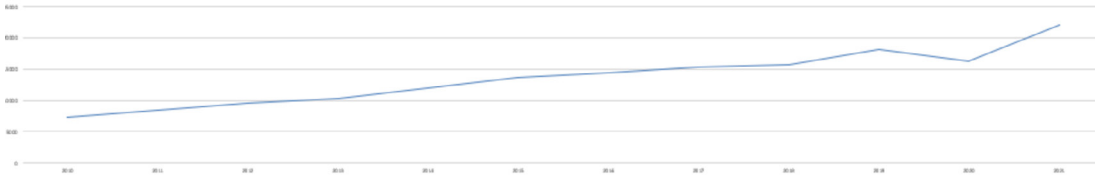
GRÁFICO 14 - Série histórica PIB de Janaúba, a preços correntes



FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

Quanto ao PIB per capita, observa-se desenho similar. Para os mesmos intervalos anteriormente propostos, a progressão média anual foi de 35,91% é de 8,31%, respetivamente. Nominalmente, a evolução no período anterior foi de 7.336,72 a 16.303,67 e do posterior às obras de 16.303,67 a 22.157,83. O gráfico 15 ilustra esta variação.

GRÁFICO 15 - Série histórica PIB per capita de Janaúba, a preços correntes

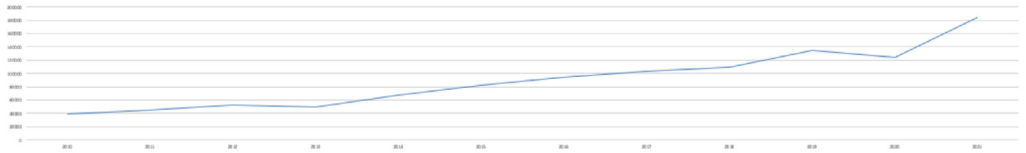


FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

3.3.2 Progressão da arrecadação de imposto sobre produtos.

Sobre a arrecadação municipal de impostos sobre produtos, o desenho da progressão foi similar. No intervalo até 2020, a evolução média foi de 12,07%. Enquanto isso, a evolução a partir dessa data foi de 49,02%

GRÁFICO 16 - Série histórica arrecadação de impostos, líquidos de subsídios, a preços correntes em Janaúba



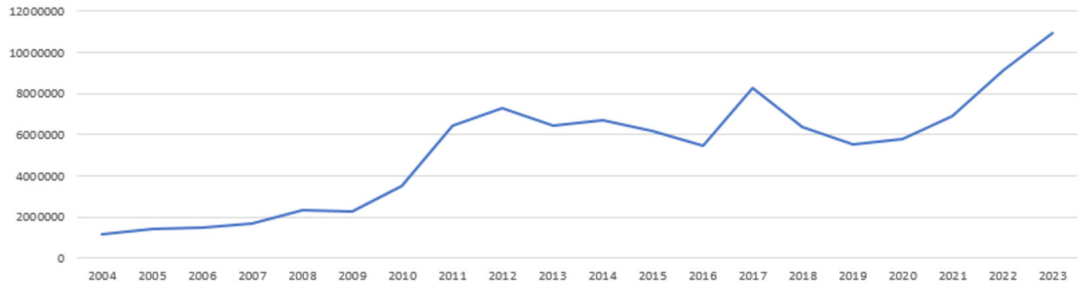
FONTE: Adaptado de IBGE (2022)

3.3.3 Arrecadação de imposto de renda nos municípios

No Tópico da Arrecadação, uma evolução na progressão do indicador é nítida nos anos de construção e subsequente entrada em produção. A arrecadação de Pessoa Física, que era de R$5.545.752,92 em 2020, foi para R$10.480.148,00 em 2023. Isso significa uma evolução média de 23,63%

Enquanto isso, no intervalo anterior à construção, a arrecadação de Pessoa Física era de R$1.098.389,46 em 2004, tendo crescido para R$5.545.752,92 em 2020, uma evolução média de 10,65% ao ano.

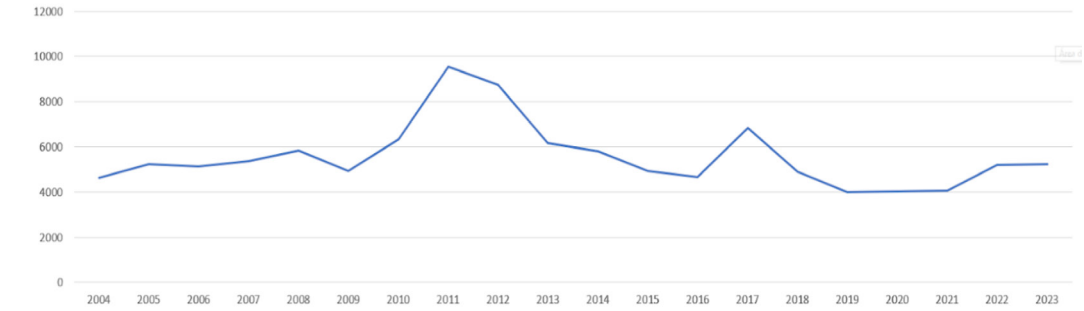
GRÁFICO 17 - Arrecadação PF Janaúba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

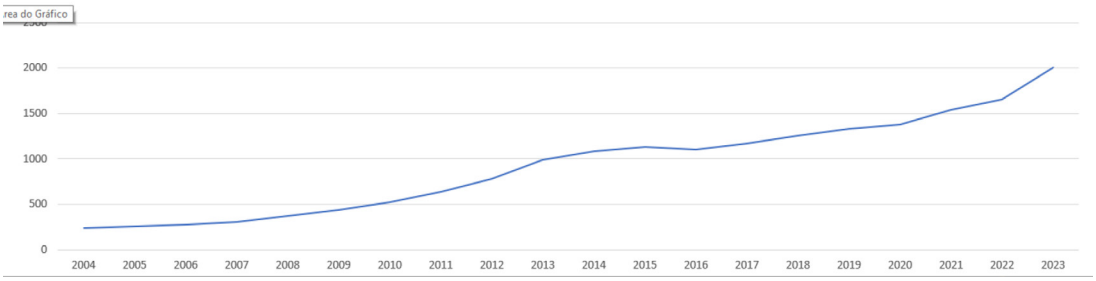
Quando o fator populacional é equacionado, percebe-se um desenho diferente. Onde, no período após a construção da usina, a progressão média por ano do indicador per capita foi de 9,03%, tendo variado de R$4.033,27 a 5.277,01 , enquanto no anterior foi de -0,93%, com variação de R$4.634,55 a R$4.033,27

GRÁFICO 18 - Arrecadação pessoa física per capita Janaúba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

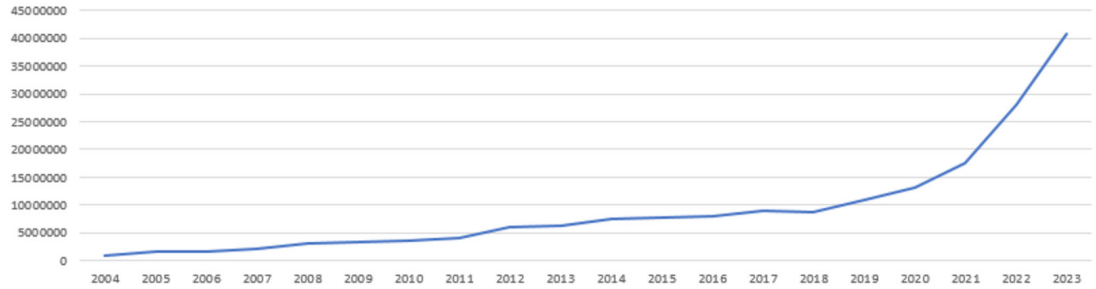
GRÁFICO 19 - Contribuintes pessoa física Janaúba



FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

No que se refere a arrecadação de pessoa Jurídica de Janaúba, a progressão nominal foi de R$ 2.669.951,01 para R$15.847.951,04 no intervalo anterior a usina, indo até R$40.855.768,00 no intervalo posterior, o que dá uma progressão média anual de 11,77% e 37,12%, respetivamente.

GRÁFICO 20 - Arrecadação pessoa Jurídica Janaúba

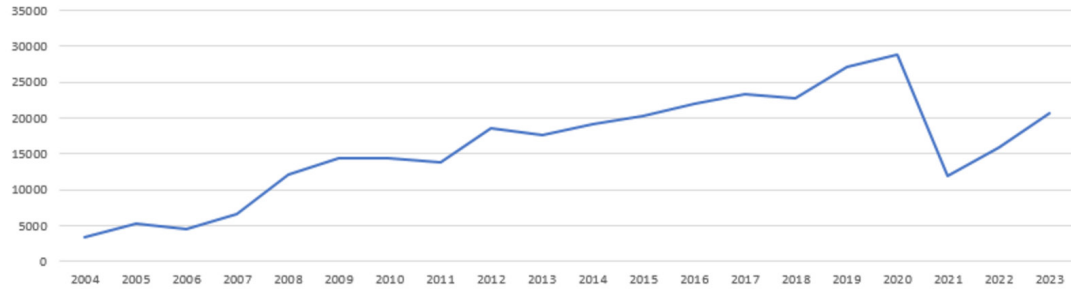


FONTE: Adaptado de Receita Federal (2024)

Quando a variação na quantidade de agentes é equacionada, o município apresentou indícios de aumento da complexidade econômica, principalmente considerando a evolução da arrecadação da quantidade de agentes e a arrecadação per capita, que indica maior distribuição de renda entre cada habitante da cidade. Os valores variaram de R$9.270,66 em 2004 para R$35.139,58 em 2020, indo para R$20.582,25 em 2023.

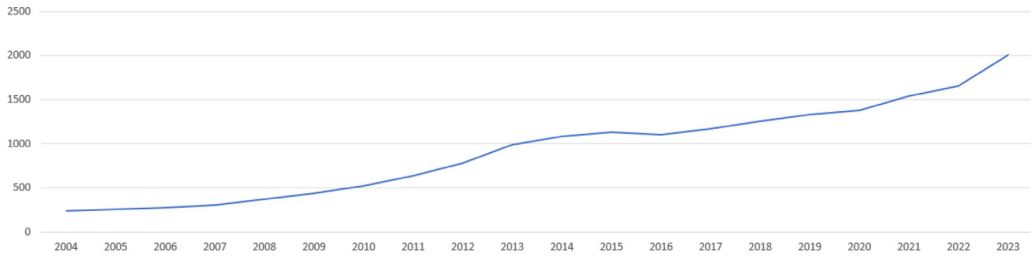
Desta forma, o intervalo anterior a usina tem variação positiva de 8,68% na média ao ano, enquanto o período posterior às usinas, do final de 2020 a 2023, tem variação negativa de -16,33%

GRÁFICO 21 - Arrecadação pessoa jurídica per capita Janaúba



FONTE: Adaptado de Receita de Federal (2024)

GRÁFICO 22 - Número de agentes pessoa jurídica Janaúba



FONTE: Adaptada de Receita Federal (2024)

Com isso, conclui-se que, na cidade de Janaúba, dada a variação dos indicadores no período posterior à construção do empreendimento, que a usina pode ter influenciado positivamente nos indicadores. Destaca-se, entretanto, que apesar da variação nominal positiva, a arrecadação de pessoa jurídica per capita caiu, o que pode ser explicado pela variação média anual de 63,88%, que é um indicador importante de aumento da complexidade econômica.

3.4 CONSOLIDAÇÃO FINAL

A consolidação foi realizada de forma a apresentar, para cada um dos objetos, os municípios que demonstraram externalidades positivas mensuráveis após o início das obras das usinas, comparando com o período anterior.

No Quadro 1 abaixo, pode-se observar em quais cidades, e em quais indicadores, o intervalo posterior à construção da usina foi superior ao anterior à construção das mesmas.

QUADRO 1 - Consolidação de Resultados

Cidades	PIB	Arrecadação de impostos sobre produtos	Arrecadação de imposto de renda no município
São Gonçalo do Gurguéia	Nominal e per capita	Nominal [2]	Nominal[1]
Jaíba	Nominal e per capita	Nominal[2]	Nominal na pessoa fisica e juridica e per capita apenas na física
Janaúba	Nominal e per capita	Nominal[2]	Nominal na pessoa fisica e juridica e per capita apenas na física

FONTE: IBGE 2024
[1] Limitação quanto a metodologia devido a falta de dados, só tendo sido realizada a avaliação nominal
[2]Só foi realizada análise Nominal.

Conforme demonstrado na análise, todas as cidades incluídas na amostra apresentaram uma aceleração tanto no PIB nominal quanto no PIB per capita, além de um crescimento na arrecadação municipal de impostos sobre produtos. Esse comportamento indica uma expansão econômica nos municípios em resposta à implantação das usinas. No que concerne ao imposto de renda, o padrão observado foi similar para as pessoas físicas e jurídicas; contudo, a principal diferença foi notada no imposto de renda per capita das pessoas jurídicas.

A redução no imposto de renda das pessoas jurídicas per capita pode não ser necessariamente interpretada como um efeito negativo do ponto de vista socioeconômico. Esse fenômeno pode ser atribuído à entrada de novos agentes econômicos operando em setores de menor valor agregado, os quais tendem a apresentar menores margens de lucro e, consequentemente, menor arrecadação de imposto de renda. Ainda assim, esses setores desempenham um papel relevante ao promover a criação de novos postos de trabalho, o que antes não existia nesses municípios, possibilitando uma melhor distribuição da riqueza gerada entre a população local. Essa hipótese encontra suporte no aumento tanto nominal quanto per capita do imposto de renda de pessoa física, sugerindo que os novos empregos e a redistribuição da riqueza estão diretamente beneficiando os habitantes desses municípios.

Essa interpretação encontra respaldo na literatura de economia regional, que aponta para os efeitos redistributivos da atividade econômica de menor valor agregado em regiões previamente menos desenvolvidas (Deponti, 2021). Esses autores argumentam que a diversificação econômica, mesmo em setores de baixa lucratividade, contribui para uma base econômica mais resiliente e menos suscetível às oscilações de setores de alta concentração de capital, promovendo, assim, uma estabilidade socioeconômica de longo prazo. Dessa forma, a observação dos dados aqui discutidos reforça a importância de avaliar as externalidades econômicas não apenas sob a ótica da arrecadação tributária, mas também considerando os benefícios sociais indiretos para a comunidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo contribuir para o entendimento das externalidades econômicas positivas associadas a construção de usinas fotovoltaicas. Em um cenário de crescente demanda por fontes de energia sustentáveis e de baixo impacto ambiental, analisar os efeitos econômicos locais desses empreendimentos torna-se uma tarefa de relevância significativa. Neste contexto, os resultados obtidos indicam que as externalidades econômicas das usinas fotovoltaicas vão além da mera produção de energia, manifestando-se de forma mensuravel, por exemplo, no crescimento economico e na arrecadação de impostos.

A análise dos 3 municípios que receberam esses grandes empreendimentos revelou um processo de transformação econômica positiva. Este fenômeno é demonstrado por meio de indicadores como: aumento no número de pessoas jurídicas ativas na localidade, a elevação substancial da arrecadação municipal de impostos sobre produtos e de Imposto de Renda nominal, tanto de pessoa física quanto jurídica.

Em termos quantitativos, a variação dos indicadores econômicos durante o período analisado destaca-se de forma clara. Entre os anos de 2010 e 2021, observou-se um aumento expressivo na arrecadação tributária sobre produtos nos municípios, especialmente no intervalo entre 2018 e 2021, período em que as usinas foram construídas e entraram em operação. Esse crescimento evidencia uma significativa contribuição das usinas para o fortalecimento das finanças públicas e para o aquecimento da economica. Além disso, o PIB per capita dos municípios acompanhou essa tendência, refletindo um crescimento econômico sustentável e a inserção de atividades produtivas de maior valor agregado. Nesse sentido, o estudo corrobora a ideia de que os grandes empreendimentos fotovoltaicos geram externalidades econômicas positivas nos territórios onde estão localizados, beneficiando a economia municipal.

Ao analisar esses dados sob uma perspectiva macroeconômica regional, é possível deduzir que a construção e a operação das três maiores usinas fotovoltaicas do Brasil geraram externalidades positivas nos municípios analisados, podendo ter influenciado diretamente indicadores econômicos como o PIB per capita e a arrecadação de impostos. Esta constatação pode sugerir que a presença dessas usinas não apenas dinamizou a economia local, mas também proporcionou um cenário de maior eficiência produtiva e crescimento econômico sustentável.

No entanto, embora os resultados aqui apresentados sejam preliminares e deduzíveis, ainda há espaço para aprofundamento, especialmente no que se refere à identificação de relações causais mais diretas entre os empreendimentos fotovoltaicos e os indicadores econômicos observados.

Além disso, conforme os resultados expressos no artigo, é possivel que haja redução na arrecadação de PJ per capita após algum tempo, apesar do aumento nominal constante. Se fazem necessários estudos mais aprofundados para determinar a causalidade desse acontecimento, como estudos sobre a natureza dos agentes jurídicos abertos, que podem ser de atividades econômicas com menor valor agregado adicionado, o que poderia justificar o fenomeno supra.

Outro ponto importante a ser destacado é a necessidade de estudos futuros que ampliem a análise para um número maior de municípios e usinas, permitindo uma generalização mais abrangente dos resultados. Além disso, a inclusão de novos indicadores, como a geração de emprego formal, o impacto ambiental e a qualidade de vida da população, poderá oferecer uma visão mais holística dos efeitos das usinas fotovoltaicas no desenvolvimento regional. Tais estudos poderiam, inclusive, utilizar metodologias econométricas que permitam isolar variáveis intervenientes e medir de forma mais precisa a magnitude das externalidades observadas.

Por fim, este estudo oferece uma contribuição inicial, mas relevante, para a compreensão do papel que os empreendimentos de energia renovável, especialmente as usinas fotovoltaicas, desempenham na promoção do desenvolvimento econômico local. Os resultados evidenciam que as usinas não apenas atendem à crescente demanda por energia limpa, mas também têm potencial para alavancar o desenvolvimento socioeconômico nas regiões em que são instaladas. A partir dessas conclusões, fica clara a importância de se incentivar políticas públicas que promovam a expansão de fontes renováveis de energia, ao mesmo tempo em que se considera o impacto positivo dessas externalidades para os municípios e, por consequencia, para o país como um todo.

REFERÊNCIAS

AQUILA, Giancarlo. **Análise do impacto dos programas de incentivos para viabilizar economicamente o uso de fontes de energia renovável**. 2015. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2015. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/. Acesso em: 1 maio 2024.

ARAÚJO, Raiane Sodré de et al. Fontes de energias renováveis: pesquisas, tendências e perspectivas sobre as práticas sustentáveis. **Research, Society and Development**, [*S. l.*], v. 11, n. 11, 2022.

BADRA, Mateus. **Vale inicia operação de um dos maiores parques FV da América Latina**. Canal Solar, [*S. l.*], 17 nov. 2022. Disponível em: https://canalsolar.com.br/vale-inicia-operacao-de-um-dos-maiores-parques-fv-da-america-latina/. Acesso em: 1 maio 2024.

BIZAWU, Sebastien Kiwonghi; SOARES, Cristiana Nepumoceno de Sousa. Energia renovável: o impacto na usina de Furnas. **Revista da AJURIS**, [*S. l.*], v. 45, n. 145, p. 251-266, Porto Alegre, 2018. Disponível em: https://revistadaajuris.ajuris.org.br/. Acesso em: 1 maio 2024.

BONDARIK, Roberto; PILATTI, Luiz Alberto; HORST, Diogo José. Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. **Interciência**, [*S. l.*], v. 43, n. 10, p. 680-688, 2018. Disponível em: https://www.interciencia.net/. Acesso em: 1 maio 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Maior usina de produção de energia solar do Brasil entra em operação no interior de Minas Gerais**. Brasília: GOV.BR, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/maior-usina-de-producao-de-energia-solar-do-brasil-entra-em-operacao-no-interior-de-minas-gerais. Acesso em: 1 maio 2024.

_____. Receita Federal. **Arrecadação das receitas administradas pela RFB por município**. Brasília: GOV.BR, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/receitadata/arrecadacao/copy_of_arrecadacao-das-receitas-administradas-pela-rfb-por-municipio. Acesso em: 27 out. 2024.

COASE, Ronald H. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**, [*S. l.*], v. 3, p. 1-44, 1960.

DEPONTI, Cidonea Machado (Org.). **Extensão e desenvolvimento regional**: da teoria à prática. Campina Grande: EDUEPB, 2021. 404 p.

ENEL GREEN POWER. **Parque Solar São Gonçalo**. Enel Green Power, [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://www.enelgreenpower.com/pt/nossos-projetos/highlights/parque-solar-sao-goncalo. Acesso em: 14 maio 2024

FOTOVOLT. Elera vai construir maior usina solar FV do país. **FotoVolt**, São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.arandanet.com.br/revista/fotovolt/noticia/1377-Elera-vai-construir-maior-usina-solar-FV-do-pais.html. Acesso em: 2 jun. 2024.

GOOGLE. **Google Maps**: Jaíba em Minas Gerais. Disponível em: https://www.google.com.br/maps. Acesso em: 2 jun. 2024.

_____. **Google Maps**: Norte de Minas Gerais. Disponível em: https://www.google.com.br/maps. Acesso em: 2 jun. 2024.

_____. **Google Maps**: São Gonçalo do Gurguéia em Piauí. Disponível em: https://www.google.com.br/maps. Acesso em: 2 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PIB dos Municípios**: base de dados 2020 – 2021. Brasília: IBGE, 2022. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2021/base/base_de_dados_2010_2021_xlsx.zip. Acesso em: 27 out. 2024.

MANKIW, Nicholas Gregory. **Princípios de economia**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

_____. **Princípios de microeconomia**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2021. E-book. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555584158/. Acesso em: 22 out. 2024.

MARINHO, Rokátia Lorrany Nogueira; ALMEIDA, José Elesbão; CARMO, Alexsandro Fernando do. Externalidades socioambientais da energia eólica nos municípios de João Câmara e Parazinho – RN. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 501-536, 2023.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Schwarcz, 2014.

NOVO. **Minas terá investimento de quase R$ 5 bilhões no desenvolvimento de novos projetos hídricos, eólicos e solares até 2023**. [*S. l.*], 7 jul. 2022. Disponível em: https://novo.org.br/minas-tera-investimento-de-quase-r-5-bilhoes-no-desenvolvimento-de-novos-projetos-hidricos-eolicos-e-solares-ate-2023/. Acesso em: 15 ago. 2024.

OBREGON, Luana et al. Geração de energia elétrica utilizando biomassa: revisão de técnicas de modelagem matemática. In: SALÃO DO CONHECIMENTO, 6., 2020, [*S. l.*]. **Anais eletrônicos...** [*S. l.*]: Unijuí, 2020. Disponível em: https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/. Acesso em: 27 abr. 2024.

PAIXÃO, Michel Augusto Santana da; MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de. Um comparativo entre a política de energia renovável no Brasil e na China. **Revista Pesquisa & Debate**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 50-83, 2018. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/. Acesso em: 29 abr. 2024.

PEDROSO, Luiz Lúcio de Aragão et al. Demandas atuais e futuras da biomassa e da energia renovável no Brasil e no mundo. **Brazilian Journal of Development**, [*S. l.*], v. 4, n. 5, p. 1980-1996, 2018. Disponível em: https://brjd.com.br/. Acesso em: 22 abr. 2024.

PIGOU, Arthur Cecil. **The Economics of Welfare**. London: Macmillan, 1920.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

SIEFERT, M.; SANTOS, R. A. **Impactos visuais e sonoros dos parques eólicos no Brasil**. São Paulo: Elsevier, 2016.

SILVA, Vitor Abraão Gonçalves et al. Levantamento do potencial de geração de energia eólica na região norte do Estado de Minas Gerais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, 2023.

VALE. **Vale inicia geração de energia renovável do Sol do Cerrado**. [*S. l.*], 17 nov. 2022. Disponível em: https://www.vale.com/pt/w/vale-inicia-gera%C3%A7%C3%A3o-de-energia-renov%C3%A1vel-do-sol-do-cerrado. Acesso em: 12 jun. 2024.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia**: princípios básicos. 9. ed. São Paulo: Elsevier, 2014.

VIEIRA, Ana Cândida Ferreira. Energias renováveis e sua eficiência na nova economia energética no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 8, n. 18, p. 211-223, 2021. Disponível em: http://revista.ecogestaobrasil.net/. Acesso em: 20 abr. 2024.