

A RELAÇÃO ENTRE A GERAÇÃO RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E O E SEUS IMPACTOS NO PRODUTO INTERNO BRUTO GLOBAL- GDP: UMA ANÁLISE COM REGRESSÃO LINEAR SIMPLES NO E-VIEWS DE 2020 A 2022

CAROLINE KILL DA CRUZ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

ROBERTA DALVO PEREIRA CONCEIÇÃO

Introdução

O avanço tecnológico tem impulsionado o aumento na aquisição e fabricação de dispositivos eletroeletrônicos em todo o mundo, resultando em uma crescente geração de resíduos eletrônicos.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Este estudo visa analisar a quantidade de resíduos sólidos eletroeletrônicos exportada no mundo e seus impactos no Produto Interno Bruto (PIB) global, chamado de GDP de cada país.

Fundamentação Teórica

A pesquisa também enfatiza desafios importantes, como a falta de conscientização da população sobre o descarte apropriado de resíduos eletrônicos e a necessidade de políticas públicas sólidas para abordar essa problemática. Por outro lado, a quantidade de resíduos sólidos eletroeletrônicos teve um impacto negativo a economia, indicando que a gestão adequada desses resíduos é crucial para o crescimento sustentável da indústria de veículos elétricos.

Metodologia

Quanto à metodologia, a pesquisa utiliza dados do COMTRADE e do World Bank para investigar como a gestão de resíduos eletroeletrônicos afeta a economia mundial no período de 2020 a 2022. É através de uma abordagem quantitativa por meio da regressão linear, utilizando o software E-Views que é conduzida a pesquisa.

Análise dos Resultados

Os resultados bibliográficos dos estudos possuem uma conexão significativa entre a geração desses resíduos e o desempenho econômico das nações, destacando a relevância de uma gestão eficaz dos mesmos para o PIB global ou GDP.

Conclusão

Apesar dos resultados do trabalho ainda não ter conseguido matematicamente prever o impacto da exportação dos resíduos eletroeletrônicos ao estado econômico do país, é destacado a importância de uma gestão eficaz desses resíduos não apenas para o meio ambiente, mas também para a economia global.

Referências Bibliográficas

WORLD BANK. Acessado em 14/09/2023 Disponível em <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>. UN COMTRADE DATABASE.

Methodology Guide for Comtrade. Disponível em

<https://unstats.un.org/wiki/pages/viewpage.action?pageId=125141443&preview=/125141443/135004359/MethodologyGuideforComtradePlus.pdf#NewComtradeFAQfor>

WhattypesofdatacanIfindonComtrade? Acessado em 20/09/2023 ABINEE, 2023. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em

<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/dados/siee.pdf> Acessado em 15/09/2023.

Palavras Chave

Resíduos sólidos eletroeletrônicos, Economia, Regressão linear

A RELAÇÃO ENTRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E O SEUS IMPACTOS NO PRODUTO INTERNO BRUTO GLOBAL - GDP: UMA ANÁLISE COM REGRESSÃO LINEAR SIMPLES NO E-VIEWS DE 2020 A 2022

1. Introdução

O avanço tecnológico tem influenciado globalmente a aquisição e fabricação de novos equipamentos eletroeletrônicos. Segundo o Centro de Tecnologia de Informação aplicada da escola de administração de empresas de São Paulo (FGVcia), divulgado pela Abinee, 2023, o Brasil tem 464 milhões de dispositivos digitais que englobam: (*smartphone*, computador, *tablet* e *notebook*), um número elevado principalmente ao considerarmos que cada dispositivo tem seu próprio fim de ciclo de vida se aproximando ao substituir-se com novas tecnologias. Para efeito do estudo, será tomado por resíduos eletrônicos, os definidos segundo Moraes et al, 2022, como qualquer produto que utiliza energia elétrica e bateria como fonte de alimentação e já não possuem mais utilização.

Essa não utilização, em alguns casos, causada pela evolução tecnológica não ocorre apenas em dispositivos digitais, mas também na indústria automotiva e no setor de eletrodomésticos. Na indústria automotiva esse grande avanço tecnológico vem com a entrada dos veículos elétricos como um fator a contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, e no setor de eletrodomésticos, conforme Ickowczy et al, 2023, é informado que o maior consumo e troca no setor de eletrodomésticos é decorrente das novas tecnologias.

Desta forma, considerando-se o avanço tecnológico mundial, o aumento na produção e consumo de produtos tecnológicos de forma global, torna-se necessário um plano de contenção da variável global de gestão de resíduos de equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), já que sua correta destinação é de grande preocupação ao meio ambiente e também por estarmos frente à um desafio do Acordo Setorial para a Logística Reversa de Eletroeletrônicos, onde precisamos cumprir as metas previstas no decreto 14.240/2020, anunciado pelo governo federal em 2020. (ABINEE, 2023).

Além da gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos ser uma problemática importante da terceira metade do século XXI que deve ser acompanhada com afinco e responsabilidade ambiental frente a normas e decretos, ela também está atrelada a reflexos socioeconômicos, já que o aumento na produção e consumo de REEE está relacionado ao crescimento das indústrias de tecnologia e produtos tecnológicos que influencia no GDP de muitos países no mundo e no PIB do Brasil.

Segundo Bentley et al, 2021, a política industrial verde e as políticas de incentivo fortalecem o desenvolvimento do setor tecnológico e cria-se oportunidades para vincular grandes investimentos na transição energética global, e de outras pautas sustentáveis, além de impactar na redução da desigualdade social através do fortalecimento das classes trabalhadoras. Elas podem ser subsídios diretos de capital, pesquisa e desenvolvimento, assistência ao crédito à exportação, políticas de incentivo de compras e políticas públicas que estimulam a produção energética, utilizadas na indústria tecnológica do setor elétrico.

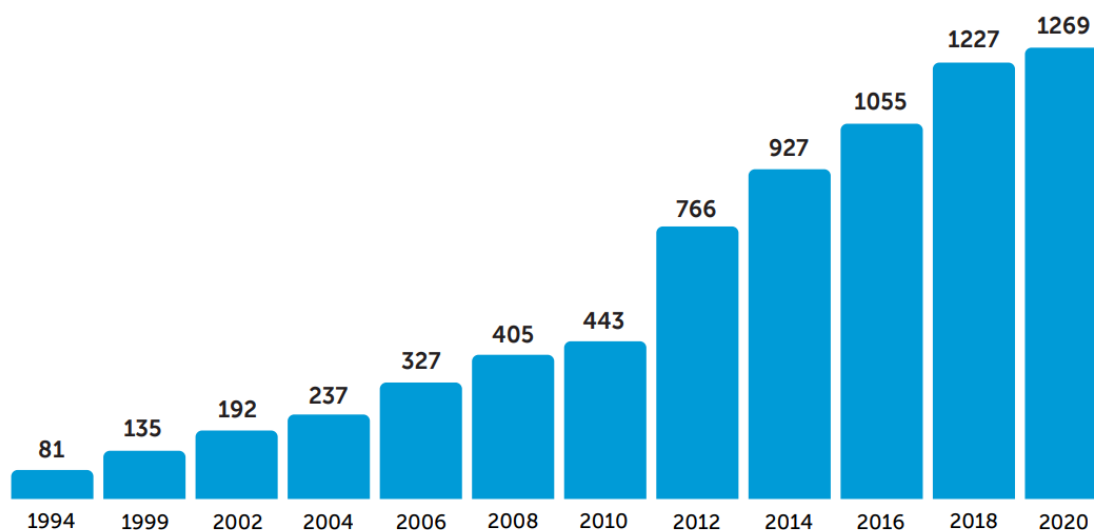
Desta forma, torna-se interessante entender as inter-relações entre as variáveis da pesquisa, isto é, os resíduos sólidos eletroeletrônicos gerados pelas tecnologias e consumo desenfreado, que muitas vezes são provenientes de produções tecnológicas e seus impactos no *Gross Domestic Product* de cada país. Uma vez que são duas variáveis complexas a serem estudadas, dada a sua relevância ambiental no tocante a gestão de resíduos eletroeletrônicos e aplicação da Logística Reversa há também seus impactos políticos no Produto Interno Bruto de cada país. Por isso, tem-se o objetivo de analisar a relação da geração de resíduos sólidos eletroeletrônicos e seu impacto nas variáveis de GDP, Gross Domestic Product, isto é, o PIB Mundial.

2. Fundamentação Teórica

Resíduos eletroeletrônicos são oriundos da constante inovação tecnológica que tem tido um crescimento elevado nas últimas décadas, com o crescimento da modernização da tecnologia constante que gera a obsolescência dos bens e o aumento do poder de compra das pessoas. Essa obsolescência de produtos também é destacada devido a indústria já estar fabricando os materiais com o prazo de validade “programado”, diminuindo então o ciclo de vida do produto. (MORAES et al, 2022)

Este cenário é destacado pelo Cempre, 2020, quando ressalta a importância da responsabilidade compartilhada pela gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos em sua metodologia na pesquisa Ciclosoft, onde os atores dessa responsabilidade se dividem entre os consumidores, a iniciativa privada e até mesmo o poder público. Inclusive podemos notar com a figura 2 abaixo, a evolução da coleta seletiva e da logística reversa nos municípios brasileiros após a PNRS, Política Nacional de Resíduos Sólidos, ter sido adotada pela Lei nº 12.305 em 2010. Através dela foi determinada a obrigação dos municípios em oferecer a coleta seletiva para a população brasileira. Percebe-se que de 2010 a 2020 houve o aumento significativo, correspondente aproximadamente a 65%.

Figura 2 – A evolução dos municípios com a coleta seletiva no Brasil



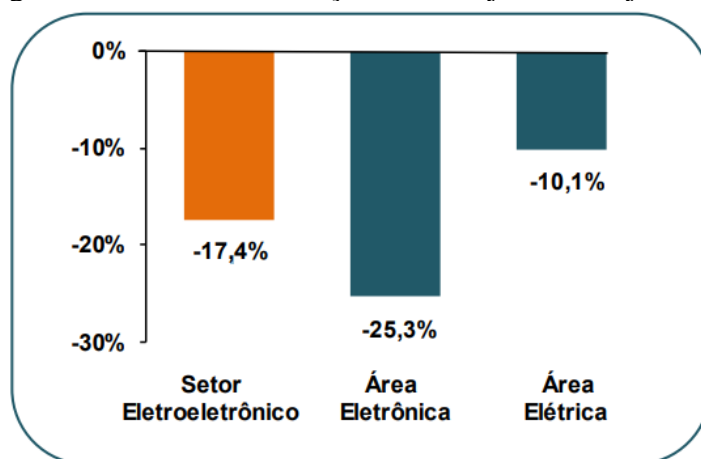
Fonte: CEMPRE. 2020.

Apesar dessa evolução na coleta seletiva nos resíduos sólidos, para resíduos eletroeletrônicos, o Brasil é o quinto maior gerador mundial, contendo uma taxa apenas

de 3% de reciclagem de REEE. Essa baixa taxa de reciclagem está diretamente relacionada à questão da obsolescência de resíduos eletroeletrônicos, uma vez que a rápida obsolescência leva a uma maior geração de resíduos. Além disso, é informado que as causas estão atreladas ao percentual de 71% da população que relata desconhecimento quanto aos procedimentos do descarte segundo a Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica, ABINEE, 2023. Isso ressalta a necessidade não apenas de melhorar a infraestrutura de coleta seletiva para REEE, mas também de conscientizar a população sobre os impactos da obsolescência e a importância da reciclagem adequada para com esses resíduos.

Corroborando a este cenário, a figura 3 demonstra uma variação percentual de produção física do setor de eletroeletrônico de janeiro a julho entre os anos de 2022 e 2023, no Brasil, Abinee (2023). Além disso, é possível visualizar uma queda de 48% na produção de bens de informática e periféricos, em contrapartida, destaca-se o crescimento expressivo de 43,5% na produção de pilhas e baterias, seguido da elevação de 4,3% nos equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica.

Figura 3 – Var % da Produção Física – julho/23 x julho/22



Fonte: ABINEE. 2023.

Este fato segundo Santos (2012), traz à tona uma preocupação com resíduos eletroeletrônicos e seu correto descarte, devido a possibilidade de conter elementos de modo geral pesados, tóxicos e químicos que gerariam muitos danos ao meio ambiente se fossem descartados erroneamente. Reiterado por Ickowczy et al. (2023), a afirmativa incluindo os REEE gerados em procedimentos de perdimento judicial e o quanto são fundamentais o uso de ferramentas de planejamentos para a tomada assertiva de decisão quanto a destinação dos resíduos com a correta viabilidade dos riscos envolvidos.

A aplicação do protocolo de gerenciamento de REEE torna-se importante para o direcionamento destes resíduos para Ickowczy et al, 2023, uma vez que, no estudo do autor sobre a introdução de protocolo de gerenciamento de REEE em Rondonópolis para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, sugere que a gestão destes resíduos pode ser direcionada por meios das etapas de recebimentos dos resíduos eletroeletrônicos que são: classificação, separação, desmontagem, gravimetria dos novos componentes e destinação final. Além disso, informa que o estabelecimento que faz a utilização do protocolo de processamento dos resíduos tem a tendência de minimização na ocorrência de riscos laborais e ambientais. Porém ressalta a importância na

conscientização do correto manuseio e descarte dos mesmos, além dos impactos ambientais positivos dessa prática como poupar o meio ambiente de ação de produtos tóxicos e químicos, é adicionado também seu grau de importância nos impactos socioeconômicos do país. Uma vez que ao aderir uma adequada gestão de logística reversa dos resíduos, pode-se gerar empregos e ter uma movimentação da economia, visto que dentre outros materiais que o compõe como plásticos, placas e poluentes, os REEE possuem em sua composição 60% de metais, que geralmente possuem valor agregado de mercado e podem movimentar a economia com seu valor econômico. (Santos, 2012)

Araújo, 2013 analisa indicadores de eficiência de coleta de REEE entre alguns países e traz a reflexão que a economia do país tem interferência na performance de gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos. Ickowczyk et al. (2023), ainda afirma que os REEE poderiam ter ganhos econômicos e sociais se tivéssemos mais suporte na tomada de decisão. Já Santos (2012) afirma que ainda faltam ações públicas eficazes que tragam a população o conhecimento correto do descarte. Inclusive até mesmo a inclusão digital dos resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos pós manutenção poderia ser uma alternativa, uma vez que a sociedade pode reaproveitar equipamentos que ainda estão em condição de uso após manutenção se tivéssemos ações públicas de incentivo.

Desta forma, o valor econômico desses materiais poderiam ser melhores administrados se tivéssemos uma boa gestão de REEE conforme Santos, 2012. Por outro lado, Moraes et al, 2022 indica que por mais que já haja alguns programas federais com o intuito de gerir esses resíduos, os mesmos não são suficientes para suprir as metas estipuladas e essa é uma problemática global.

Essa situação também se relaciona com a questão da importação e exportação de REEE no Brasil, uma vez que, de acordo com o Planalto, 2010, a Lei nº 12.305 relata que a importação de REEE no Brasil é proibida por conter resíduos perigosos mesmo que seja para reuso, reforma, recuperação ou reutilização. Entretanto, para a exportação desses resíduos do Brasil para outros países não foi encontrada nenhuma proibição, somente requisitos de passagem pelo processo de exportação da Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos. Isso mostra como a regulamentação internacional e as políticas nacionais podem influenciar diretamente a gestão de REEE e a busca por soluções sustentáveis.

O autor Araújo, 2013 analisa o aumento da exportação de resíduos eletroeletrônicos para Ásia, América Latina, África e Leste Europeu, atribuindo-o à historicamente à implementação de políticas rigorosas em países desenvolvidos. O autor também enfatiza que essa exportação para países em desenvolvimento apresenta uma questão preocupante, uma vez que, com frequência, essas nações não possuem as instalações adequadas para o tratamento ambiental dos resíduos.

Entretanto, Moraes et al (2022) sugere essa possibilidade de exportação de REEE como uma alternativa para lidar com o volume gerado dentro do país, desde que seja realizada com cautela e responsabilidade, garantindo que os resíduos recebam tratamento e destinação adequados. É fundamental ressaltar que essa prática requer atenção especial em prol de evitar que os países em desenvolvimento se tornem depósitos de lixo eletrônico, prejudicando o meio ambiente e a saúde das comunidades locais. Com isso, a prática da gestão de REEE poderia influenciar positivamente o meio ambiente, oportunidades comerciais, economia do país e conseqüentemente seu GDP, Gross

Domestic Product, mais conhecido no Brasil como PIB, Produto Interno Bruto, que é segundo o IBGE, 2022, um indicador síntese da economia, contendo o fluxo de novos bens e serviços finais produzidos durante um período.

A economia pode recuperar valor monetário por meio da reciclagem de equipamentos e do desenvolvimento de novas tecnologias, o que, por sua vez, impulsionaria o GDP (Produto Interno Bruto) de um país. Como apontado por Marioni et al. (2015), os impactos dessa prática podem ser observados nos PIBs setoriais, incluindo o PIB total, o de serviços, o agropecuário e o industrial, todos eles associados ao setor de eletroeletrônicos. Essa análise é fundamental para compreender o alcance econômico da gestão de resíduos eletroeletrônicos em um contexto metodológico mais amplo.

3. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido em torno do objetivo de a relação da geração de resíduos sólidos eletroeletrônicos e seu impacto no PIB/ GDP Mundial e se classifica com natureza aplicada por se basear em resoluções de problemas reais específicos do cotidiano dos países quanto a gestão de resíduos sólidos e economia do país. Tem-se por foco o alcance da conscientização da sociedade quanto aos impactos que os resíduos eletroeletrônicos podem causar em diversos segmentos políticos e sociais, além dos sustentáveis que já estão agregados.

Quanto a abordagem da pesquisa, esta será quantitativa por ter o objetivo de compreender as relações entre variáveis através de regressão linear simples com a aplicação do sistema E-views nos dados do COMTRADE e World Bank.

Corroborando com o viés da pesquisa, a regressão linear ajuda a resolver problemas complexos como esses de forma prática e matematicamente. Com a ajuda do programa E-Views é possível analisar todos os dados de inferência estatística coletados no World Bank e COMTRADE, já que o uso de pacote computacional para a aplicação dos conceitos é extremamente recomendado pelo livro Estatística Básica de Bussab e Morettin, 2010, que destinou um capítulo inteiro para noções de simulações.

O teste de hipótese, segundo Tavaes, 2011 pode ajudar na tomada de decisão de gestores em um ambiente corporativo particular ou público diante da análise de dados que ele nos traz, é possível definir H_0 que por ele é chamado de hipótese de igualdade, e H_1 de hipótese alternativa que para tentar rejeitar H_0 , pode-se conter possíveis erros da tomada de decisão. Entretanto há uma regra para ser respeitada, onde se o valor da estatística da distribuição calculado estiver na região da rejeição, rejeite a H_0 , do contrário, deverá ser aceito a H_0 ao nível de significância determinado.

Tavares, 2011 também informa que deve ser levado em consideração o nível de significância que está acoplado na probabilidade de se cometer esse erro, que deve ser fixada. Nessa probabilidade geralmente os valores mais utilizados são 0,01 e 0,05.

Segundo Morettin et. al, 2010 a equação da regressão linear pode ser definida conforme exposto abaixo:

$$y_i = E(Y|x_i) + e_i = \alpha + \beta x_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

Onde Y é a variável resposta, α é o intercepto representando o ponto onde a reta corta o eixo das ordenadas, β é o coeficiente angular que representa a variação da média de Y para um aumento de uma unidade da variável X ., X é a variável explicativa e o “ e ” é o erro. Já quanto ao objetivo da pesquisa é exploratório visto que é sob uma perspectiva de uma necessidade ambiental decorrente da tecnologia, onde a indústria ainda em desenvolvimento está se adaptando às mudanças e há a intenção de se familiarizar com os impactos do tema viabilizando mais aplicações. Além de não ter muitas pesquisas que comparem os impactos da gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos com a economia no PIB. Segundo Gil, (2017), pesquisas exploratórias tendem a ser mais flexíveis pois consideram diversos aspectos do objeto estudado, além de proporcionar maior proximidade com o problema.

Aderindo à procedimentos técnicos, a metodologia é de caráter bibliográfico, em dois tipos de base: as bases de dados oriundos do World Bank e COMTRADE, a qual foi utilizada para realização de uma análise quantitativa. E outra denominada periódicos CAPES, onde foi consultado trabalhos já publicados que foram utilizados para o desenvolvimento do tema de gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos e a economia mundial. Gil, (2017), relata que o pesquisador se assegurando da confiabilidade das fontes utilizadas para pesquisa, para a pesquisa bibliográfica é possível ter uma maior cobertura de informações do que pesquisas diretas.

De forma mais detalhada foi realizada uma busca nos periódicos capes das palavras-chaves GDP, Gross Domestic Product (PIB global) e resíduos sólidos eletroeletrônicos e suas combinações em português, inglês e espanhol. Cabe ressaltar que estas palavras-chaves, também, foram utilizadas como critério de inclusão e exclusão de artigos. Além do próprio critério de ser pertinência do conteúdo do artigo ao assunto pesquisado.

A partir de uma coleta de dados gratuita nas fontes acima descritas, foi aplicada uma regressão linear simples junto ao programa E-views que auxiliou na resolução de problemas complexos. Com a análise de regressão linear simples aplicada ao objeto de estudo, foi permitido a investigação de como o os resíduos sólidos eletroeletrônicos afetam o GDP (PIB) dos países.

Na classificação e manipulação da base de dados COMTRADE, cujo é uma base de dados internacional desenvolvida pela Divisão de Estatísticas da ONU, foi utilizado o guia metodológico do seu website para refinar a busca pelos dados. Informações solicitadas tais como *HS Reporter Commodity Codes, Periods, Reporters, Partners, 2nd Partners, Trade Flows, Mode of Transports, Customs Code*, foram preenchidas conforme explicado abaixo.

Para o *HS Reporter Commodity Codes*, foi inserido o código 854810, que se diz respeito a desperdícios e resíduos de pilhas, baterias de pilhas e acumuladores elétricos; células primárias gastas, baterias primárias gastas e acumuladores elétricos gastos; partes elétricas de máquinas ou aparelhos, ou incluído em outro lugar referente a máquinas e equipamentos elétricos e reprodutores de som, gravadores e reprodutores de imagens e de som de televisão, suas partes e acessórios.

Para o período da busca foi selecionado do ano de 2020 até 2022 e para *Reporters, Partners* foi permitido a pesquisa com todos os países para obtermos uma classificação global. Para o *Mode of Transports* deixamos como todos também para visualizarmos todos os meios de transporte que tenham exportações de resíduos sem nenhuma restrição.

Quanto ao item *Trade Flows*, foi selecionado todas as opções referentes a exportação de resíduo eletroeletrônico, já que é o objeto do estudo, tais como *foreign export*, *export of goods for inward processing*, *export of goods after outward processing* e *re-export* que em português significam exportação estrangeira, exportação de mercadorias para aperfeiçoamento ativo, exportação de mercadorias após aperfeiçoamento passivo e reexportação.

Figura 3 – Códigos de Procedimento Aduaneiro

		Trade Flow					
		General Exports		General Imports		Excluded Flow	
		Domestic goods	Foreign goods	Domestic goods	Foreign goods		
RKC Customs Procedure Codes	1	Clearance for home use				X	
	2	Reimportation in the same state			X		
	3	Outright exportation	X	X			
	4	Customs warehouses			X	X	
	5	Free zone			X	X	
	6	Inward processing			X	X	
	7	Outward processing	X	X			
	8	Drawback	X	X			
	9	Processing of goods for home use			X	X	
	10	Carriage of goods coastwise*	X	X	X	X	*
	11	Customs offences*	X	X	X	X	*
	12	Travellers*	X	X	X	X	*
	13	Postal traffic	X	X	X	X	
	14	Stores	X	X	X	X	
	15	Relief consignments*	X	X	X	X	*
	16	Customs transit					X
	17	Transshipment					X
	18	Temporary admission					X
	19	Means of transport for commercial use					X
	20	CPC N.E.S.	X	X	X	X	

Fonte: COMTRADE (2023)

Para o *Customs Code*, foi considerado apenas exportações na classificação *General Exports* da Figura 3, conforme exposto anteriormente com base na Lei nº 12.305 do Planalto, 2010, não há importações de resíduos eletroeletrônicos no Brasil. Portanto, a análise metodológica se concentra apenas nas exportações de resíduos eletroeletrônicos.

6. Análise e Discussão dos Resultados

Com o intuito de saber se os pressupostos da regressão linear foram cumpridos e se o modelo estimado é adequado ao estudo. Resultados descritivos do GDP (PIB Global) tais como média, mediana, máximo e mínimo, desvio padrão, e o teste de Jarque-Bera que avalia se a variável segue ou não distribuição normal.

Figura 4 – Descrição da variável PIB/GDP

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Sample	Sheet	Stats	Spec
				PIB_GDP					
Mean				3.17E+12					
Median				6.84E+10					
Maximum				1.01E+14					
Minimum				51746569					
Std. Dev.				1.05E+13					
Skewness				5.067158					
Kurtosis				34.04270					
Jarque-Bera				32923.66					
Probability				0.000000					
Sum				2.35E+15					
Sum Sq. Dev.				8.16E+28					
Observations				741					

Fonte: Elaborado pelas autoras no E-Views

Na descrição para o resultado não rejeitar a Hipótese nula (H_0), ou seja, aceitar H_0 , significaria o não impacto da variável resposta. Entretanto, podemos notar no *Probability* da Figura 4 que o resultado foi o contrário, visto que a solução foi de 0.00, menor que o nível de significância padrão adotado de 0.05. Nesse caso, o teste de hipóteses teve-se como resultado a rejeição da Hipótese nula, (H_0), ficando com (H_1), logo a variável não segue distribuição normal.

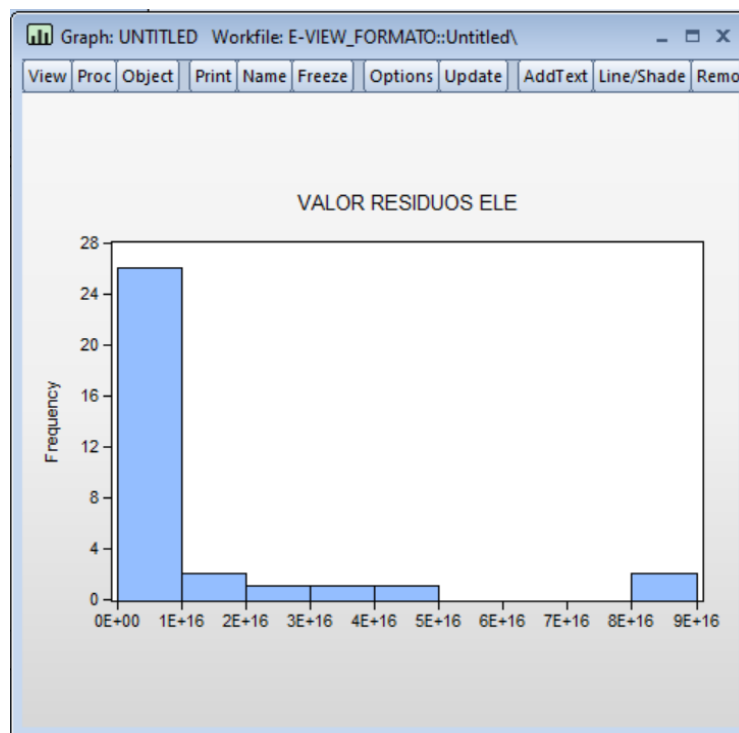
Figura 5 – Descrição da variável Resíduo Sólidos Eletroeletrônicos

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Sample	Sheet	Stats	Spec
				VALOR_RE...					
Mean				9.01E+15					
Median				10003.00					
Maximum				8.55E+16					
Minimum				0.000000					
Std. Dev.				2.18E+16					
Skewness				2.661767					
Kurtosis				9.174808					
Jarque-Bera				91.39389					
Probability				0.000000					
Sum				2.97E+17					
Sum Sq. Dev.				1.53E+34					
Observations				33					

Fonte: Elaborado pelas autoras no E-Views

O mesmo resultado foi atingido para a segunda variável pesquisa de resíduos de eletroeletrônicos coletados no COMTRADE da ONU, conforme vocês podem perceber ao observar a Figura 5 acima que o *Probability* também está com o valor abaixo do nível de significância adotado de 0.05, assumindo-se também que a variável não segue distribuição normal. Já ilustrado na Figura 06 se encontra o histograma dos valores resíduos eletroeletrônicos exportados representando a distribuição dos dados coletados de maneira mais visual. Aqui podemos entender que a maior barra do gráfico se encontra nos valores entre 0 e 1, abrangendo muitos países que não tiveram gastos financeiros com exportações de REEE.

Figura 6 - Histograma REEE

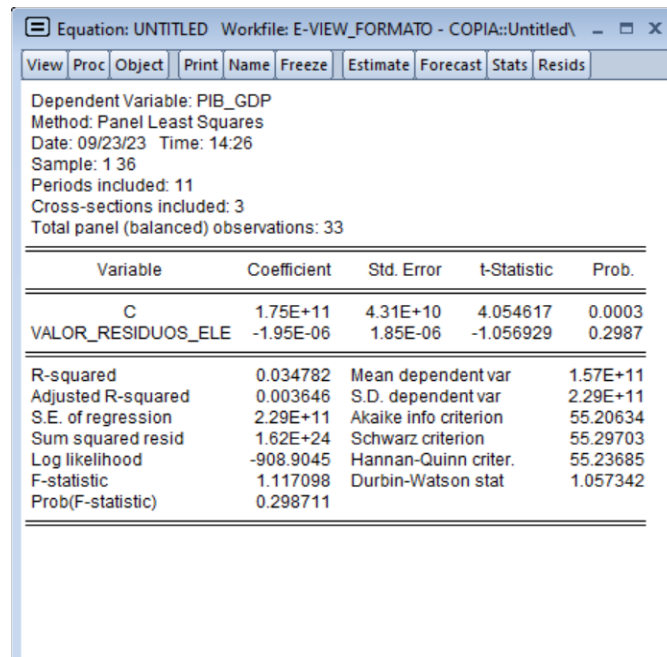


Fonte: elaborada pelas autoras no E-Views

Na figura 7 pode-se visualizar os resultados do Teste de Regressão linear, onde foi utilizado a regressão linear simples. Nela está envolvida as variáveis GDP (PIB Mundial) extraído do banco de World Bank e a variável dos resíduos sólidos eletroeletrônicos exportados no mundo, coletados da base internacional desenvolvida pela Divisão de Estatísticas da ONU, chamada COMTRADE.

Analisando os dados extraídos, temos que o valor dos resíduos eletroeletrônicos exportados nos países dentro do período de 2020 a 2022 não impactaram em seus respectivos GDP, Gross Domestic Product. Na Figura 8 segue o Histograma também gerado pelo E-Views por um diagnóstico residual onde podemos ver o gráfico e mais detalhes incluindo a média, mediana e a probabilidade.

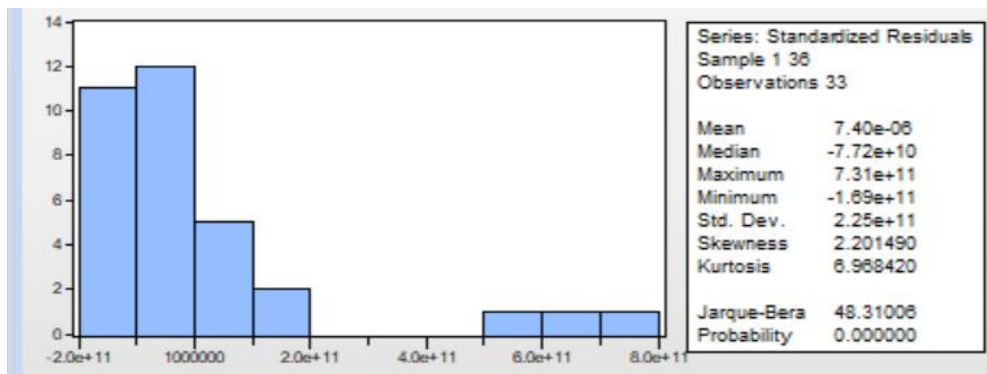
Figura 7 – Resultado Regressão linear



Fonte: Elaborado pelas autoras no E-Views

É importante destacar que o gráfico também faz parte da análise, visto que está bem disperso, o que é característico para o resultado do estudo. Caso tivéssemos tido um resultado positivo, onde os resíduos sólidos exportados tivessem impacto no PIB/GDP dos países, o gráfico teria um resultado completamente diferente, mais similar com uma parábola.

Figura 8 – Histograma Regressão Linear



Fonte: Elaborada pelas autoras no E-views (2023)

7. Considerações Finais

O estudo destaca a relevância da gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos no contexto atual, em que a tecnologia avançada impulsiona o aumento de produção desses dispositivos em todo o mundo. Na conclusão deste artigo quantitativo, devido as essas altas quantidades de fabricações e consumo, o estudo teve a intenção de pesquisar o quanto esses resíduos ainda pouco explorados, com poucas políticas públicas, ações governamentais eficazes iriam contribuir para a economia presente no indicador de economia mundial GDP (PIB).

Foi utilizado a análise de regressão linear simples para examinar o GDP Mundial (PIB) quanto aos resíduos sólidos eletroeletrônicos dentro do Software E-Views.

Podemos perceber nesse trabalho o uso da estatística descritiva e o método de regressão linear sendo utilizado dentre as variáveis dependentes e independentes para mensurar o grau significativo de impacto que a exportação de resíduos eletroeletrônicos tem na economia de cada país.

Apesar de o Brasil ser o quinto maior gerador de resíduos eletroeletrônicos em escala global segundo Moraes et al, 2022, não foram encontrados dados do mesmo na base de dados World Bank para exportações desses resíduos. Ou seja, o Brasil não estava na lista dos países que exportaram resíduos eletroeletrônicos entre 2020 e 2022. Conforme visto anteriormente, as importações desses resíduos no Brasil, são proibidas por lei, porém as exportações seriam uma forma de mitigar e lidar com toda a quantidade de resíduos gerados no país transportados para serem tratados adequadamente.

O estudo aponta desafios significativos, como a falta de conscientização da população sobre o descarte adequado de resíduos eletroeletrônicos e a necessidade de políticas públicas eficazes para abordar essa questão. Apesar de Marioni et al, 2015 informar que podemos ver os impactos do país através dos PIBs setoriais, podendo ser o PIB total, de serviços, agropecuário e industrial, não pôde ser notado o impacto significativo dos resíduos exportados eletroeletrônicos com os PIBs/GDP dos países que exportaram entre 2020 a 2022.

Apesar da investigação desse estudos dos resíduos eletroeletrônicos exportados diante dos dados coletados ainda não terem sido suficientes para demonstrar um grau significativo de impacto no GDP de cada país, o estudo conclui que a conscientização pública e a regulamentação governamental dos REEE com políticas de incentivo corroboram para uma gestão adequada de resíduos eletroeletrônicos no país, prevenindo o meio ambiente, a contaminação por substâncias tóxicas, oferecendo oportunidades econômicas que estimulam a gerações de empregos como a reciclagem de materiais valiosos presentes nesses dispositivos, a economia circular e a indústria de reciclagem.

Em suma, a relação entre resíduos eletroeletrônicos e a economia do país depende de uma série de variáveis, já que a gestão adequada desses resíduos está atrelada a custos e regulamentações políticas, entretanto se investidos podem trazer benefícios econômicos, ao país, ao mesmo tempo em que reduz os custos associados ao tratamento de resíduos não gerenciados a longo prazo.

6. Referências

ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/dados/siee.pdf>. Acesso em: 15/09/2023.

ARAÚJO, Marcelo. Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf.

BENTLEY ALLAN, Joanna I. Lewis. Oatley, Thomas. 2021. Green Industrial Policy and the Global Transformation of Climate Politics.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. Pesquisa Ciclossoft realizada pela MAPA.SA sob encomenda do CEMPRE. Disponível em: <https://cempre.org.br/pesquisa-ciclossoft/>. Acesso em: 15/09/2023.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IBGE. Produto Interno Bruto – PIB. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 01/10/2023.

ICKOWZCY, Gabriella et al. Proposta de Protocolo de Gerenciamento de Resíduos de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos (REEE) para bens de perdimento judicial, 2023.

MARIONI, Larissa da Silva et al. Minas Gerais, Brasil. Uma Aplicação de Regressão Quantílica para Dados em Painel do PIB e do Pronaf, 2016.

MORAES, Amanda Lourenço de et al. Viabilidade e Desafios na Exportação de Resíduos Eletrônicos: Um Estudo de Caso, 2022.

MORETTIN, Pedro A; BUSSAB, Wilton de O. Estatística Básica. 6. ed. Editora Saraiva, 2010.

PLANALTO. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 24/09/2023.

TAVARES, Marcelo. Estatística aplicada à administração. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2011.

UN COMTRADE DATABASE. Methodology Guide for Comtrade. Disponível em: <https://unstats.un.org/wiki/pages/viewpage.action?pageId=125141443&preview=/125141443/135004359/MethodologyGuideforComtradePlus.pdf>. Acesso em: 20/09/2023.

UNITED NATIONS. For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition#:~:text=To%20keep%20global%20warming%20to,reach%20net%20zero%20by%202050>. Acesso em: 18/09/2023.

USITC. United States International Trade Commission. Supply Chain for EV Batteries: 2020 Trade and Value-added Update. Jeff Horowitz, David Coffin, and Brennan Taylor. January 2021. Disponível em: https://www.usitc.gov/publications/332/working_papers/supply_chain_for_ev_batteries_2020_trade_and_value-added_010721-compliant.pdf. Acesso em: 14/09/2023.

WORLD BANK. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>. Acesso em: 14/09/2023.