

# **Análise do Efeito Diferencial dos Determinantes da Pobreza Energética Urbana e Rural: Evidência em 36 Países Africanos**

**VERSÃO FINAL APÓS DEFESA**

**José Francisco Ngando dos Venal**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Economia**

(2º Ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Victor Manuel Ferreira Moutinho

Coorientador: Prof. Doutor Ernesto Ferreira

**Janeiro de 2024**

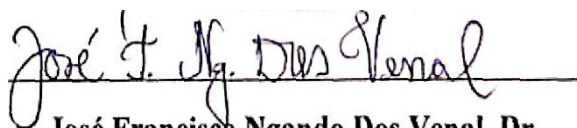


# Declaração de Integridade

Eu, José Francisco Ngando dos Venal, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11376 de mestrado de Economia da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridade da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 03/01/ 2024

  
**José Francisco Ngando Dos Venal, Dr.**



# **Dedicatória**

Á minha primeira mestre, mãe, Teresa Cecília Ngando.



## **Agradecimento**

Á Deus, todo-poderoso, pelo dom da vida.

Aos meus pais, familiares, amigos e colegas por tornarem a minha vida um pouco mais fácil e serem a fonte da minha energia e motivação para o culminar deste projeto.

Quero expressar, profundamente, os meus sinceros agradecimentos a todo(a)s aquele(a)s que, no decorrer do meu percurso académico, me confortaram para aqui chegar. Aos meus exímios professores do 2º ciclo e, em particular, aos meus caros orientadores Prof. Doutor Victor Moutinho e Prof. Doutor Ernesto Ferreira, pelo suporte, exigência, rigor e disciplina durante o percurso da investigação.

Finalmente, não menos importante, ao meu companheiro de sempre nas bibliotecas do Polo IV e Central da UBI, nas altas horas da noite (das 20 horas às 6 horas da manhã), Querubim Lucamba.



## **Resumo**

A África continua a ser um dos continentes com níveis elevados de pobreza energética. Segundo os dados disponíveis durante o período de análise desta pesquisa, é possível notar que, em termos médios, cerca de 57% da população total dos países da amostra analisados não tem acesso ao consumo de eletricidade. Assim, o principal objetivo desta dissertação é analisar e avaliar o efeito diferencial dos determinantes da pobreza energética em África (36 países, sendo 32 pertencentes à África Subsaariana e 4 à África Setentrional), no período de 2000 a 2020. Consideraremos a amostra total e duas subamostras na análise da pobreza energética, mensurada pelo acesso da população à eletricidade, tanto urbana quanto rural, de acordo com os dados coletados nos Indicadores de Desenvolvimento do Banco Mundial. Em termos de estudo empírico, para analisar a relação entre o acesso à eletricidade e os seguintes drivers população desempregada, investimento direto estrangeiro, crescimento económico, população ativa dos 15-64 anos e a população idosa com 65 anos ou mais, usamos modelos de regressões fracionárias. Os principais resultados inferem que o crescimento económico e a população com 65 anos ou mais têm um impacto benéfico no acesso à eletricidade. As populações desempregadas em todos os modelos estimados têm um efeito negativo na acessibilidade elétrica. Além disso, o investimento direto estrangeiro urbano tem um efeito positivo, enquanto o investimento direto estrangeiro rural tem um impacto negativo no acesso à eletricidade.

## **Palavras-chave**

Pobreza energética, acesso à eletricidade urbana, rural, África Subsaariana, Setentrional e Modelo de Regressão Fracionada.



## **Abstract**

Africa continues to be one of the continents with high levels of energy poverty. According to the data available during the period of analysis of this research, it is possible to note that, on average, around 57% of the total population of the sample countries analysed does not have access to electricity consumption. Thus, the main objective of this dissertation is to analyse and evaluate the differential effect of the determinants of energy poverty in Africa (36 countries, 32 of which belong to sub-Saharan Africa and 4 to northern Africa), from 2000 to 2020. We will consider the total sample and two sub-samples when analysing energy poverty, measured by the population's access to electricity, both urban and rural, according to the data collected in the World Bank's Development Indicators. In terms of the empirical study, we used fractional regression models to analyse the relationship between access to electricity and the following drivers: unemployed population, foreign direct investment, economic growth, working population aged 15-64 and the elderly population aged 65 and over. The main results infer that economic growth and the population aged 65 and over have a beneficial impact on access to electricity. Unemployed populations in all estimated models have a negative effect on electricity accessibility. In addition, urban foreign direct investment has a positive effect, while rural foreign direct investment has a negative impact on electricity access.

## **Keywords**

Energy poverty, urban, rural electricity access, Sub-Saharan Africa, Northern and Fractional Regression Modelling.



# Índice

Dedicatória .....	v
Agradecimento.....	vii
Resumo .....	ix
Abstract.....	xi
Índice .....	xiii
Lista de Figura .....	xv
Lista de Tabela.....	xvii
Lista de Acrónimos .....	xix
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura .....	2
2.1 Definição de pobreza energética?.....	3
2.2 Medidas de pobreza energética .....	4
2.3. Medir a pobreza energética e seus determinantes .....	5
3. Dados e Metodologia .....	8
3.1 Dados .....	8
3.2 Metodologia.....	12
4. Resultados .....	15
5. Discussão dos Resultados.....	27
6. Conclusões .....	30
Referências bibliográficas .....	32



# Lista de Figura

Figura 1: Acesso à eletricidade total, urbana e rural.....	12
--	----



# Lista de Tabela

Tabela 1: Descrição das variáveis e medidas unitárias / totais.....	8
Tabela 2: Descrição das variáveis e medidas unitárias / urbanas.....	9
Tabela 3: Descrição das variáveis e medidas unitárias / rurais.....	9
Tabela 4: Estatística descritiva/ total.....	9
Tabela 5: Estatística descritiva/ urbana.....	10
Tabela 6: Estatística descritiva/ rural.....	10
Tabela 7: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes totais.....	16
Tabela 8: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes urbana.....	17
Tabela 9: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes rural .....	18
Tabela 10: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade total.....	20
Tabela 11: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade urbana.....	21
Tabela 12: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade rural.....	22
Tabela 13: % acesso à eletricidade total - média amostral de efeitos parciais.....	24
Tabela 14: % acesso à eletricidade urbana - média amostral de efeitos parciais.....	24
Tabela 15: % acesso à eletricidade rural - média amostral de efeitos parciais.....	25
Tabela 16: Síntese dos efeitos das variáveis sobre o acesso à eletricidade total, urbana e rural.....	26



# **Lista de Acrónimos**

FRM- Modelo de Regressão Fracionada

SSA- África Subsaariana

SA- África Setentrional

IDE- Investimento Direto Estrangeiro

IRENA - Agência Internacional de Energia Renovável

AIE- Agência Internacional de Energia

PIB- Produto Interno Bruto

MAEP- Média Amostral de Efeitos Parciais



# 1. Introdução

No cenário contemporâneo, independente das diferentes geografias, as faltas ou apagões constantes de energia elétrica estejam associadas à problemática de pobreza energética. A International Energy Agency (2022), revela que a África é um continente diversificado e de grande complexidade, tanto em termos políticos quanto socioeconômicos. Isso significa que cada país enfrenta desafios e apresenta oportunidades distintas no desenvolvimento do seu setor energético. Ainda assim, existem questões energéticas críticas que levantam preocupações comuns, tais como: “alcançar o acesso universal à energia” e “mobilizar investimento e financiamento para este setor” (International Energy Agency, 2022).

Para reforçar esta mesma constatação, em recente estudo desenvolvido por Murshed & Ozturk, (2023) estes autores afirmam que grandes investimentos deverão ser aplicados no setor energético, visando melhorar o acesso à eletricidade um pouco por todo o mundo, contudo, esta evidência não se refletiu significativamente na maioria dos países africanos.

Relativamente ao acesso à eletricidade em África, de acordo com relatório da Agência Internacional de Energia (AIE), cerca de 600 milhões de pessoas africanas não tinham acesso à eletricidade (IEA, 2018). Além disso, entre os 90 milhões de habitantes, ou 6% da população total atual, incluindo 70 milhões das populações rurais, que precisariam ter acesso à eletricidade todos os anos, em média, a partir de 2022, 99% dessa população estaria na África Subsaariana (SSA) (IEA, 2022).

Atualmente, a população rural representa cerca de 80% dos africanos que não têm acesso à eletricidade. Isso representa um grande desafio para esta região, portanto, o projeto de eletrificação deve ser acelerado e abrangente. As projeções indicam que as taxas médias de acesso à eletricidade atingiriam oito pontos percentuais, o que representaria um aumento quadruplicado relativamente (IEA, 2022). Assim, caso os governos africanos não apliquem medidas adicionais, cerca de 565 milhões da população permanecerão sem acesso à eletricidade (IEA, 2022).

Em comparação com alguns países da Ásia, América Latina e Caribe, o Norte da África (que representa apenas 5 dos 54 países da África) tem aumentado significativamente as suas taxas de eletrificação para níveis próximos de 100%. No entanto, apenas 46% da população das nações da África Subsaariana (SSA), ou seja, a maioria das nações africanas, 47 países, tinham acesso à eletricidade em 2019, segundo a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, 2022). Além disso, estes países estão entre

os mais desfavorecidos globalmente em relação ao acesso à energia, assim como Nigéria e República do Congo, que estão situados neste continente (IRENA, 2022).

Na literatura revista com foco principal sobre a pobreza energética em África, até melhor comprovação somos de opinião que existe um “Gap” na análise e avaliação sobre determinantes/métricas que influenciam a pobreza energética (acesso à eletricidade) ao nível da diferenciação de impactes na pobreza urbana versus pobreza rural. Outra contribuição desta nossa proposta, para validar as relações/equações formuladas na estimação econométricas, iremos aplicar diversos modelos de regressão fracionária para o painel constituído com as economias africanas consideradas na análise.

Assim, o objetivo principal desta dissertação é analisar e avaliar o efeito diferencial dos determinantes da pobreza energética urbana e rural em África (36 países, sendo 32 pertencentes à África Subsaariana e 4 à África Setentrional), no período de 2000 a 2020. Assim, esta investigação visa responder às seguintes questões: (i) quais são os principais *drivers*/determinantes socioeconómicos que permitem analisar e avaliar a pobreza energética mensurada pela percentagem de acesso à eletricidade no contexto urbano e rural em África? (ii) quais os principais efeitos diferenciais iterativos do desemprego rural *per capita* e dos diferentes grupos populacionais no acesso à eletricidade dos agregados familiares? (iii) quais são as principais diferenças de impacte no acesso à eletricidade urbano e rural da proporção da população ativa e a proporção da população envelhecida?

Os resultados podem demonstrar que os determinantes selecionados nesta pesquisa, como a população desempregada, o investimento direto estrangeiro, o crescimento económico, a população ativa dos 15 aos 64 anos e a população de 65 anos ou mais, podem explicar os diferenciais de impacte na métrica da pobreza energética, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais, no acesso à eletricidade nos países africanos selecionados.

Em termos de estruturação, este trabalho de investigação apresenta uma seção posterior à introdução a seção 2 com uma breve revisão de literatura; na seção 3, faz a descrição dos dados e a metodologia econométrica selecionada; as seções 4 e 5 apresentam, respetivamente, os resultados e a discussão dos mesmos; e a última seção, a seção 6, apresenta as principais conclusões.

## **2. Revisão de Literatura**

Tendo em linha de conta os objetivos/questões de investigação, iremos considerar esta seção relativa à revisão de literatura dividida em três partes. A primeira subseção

concentra-se na discussão e complexidade da definição de pobreza energética. Já a segunda subseção apresenta diversas medidas de pobreza energética sugeridas pela literatura; enquanto a última subseção analisa a medição da pobreza energética e os seus determinantes. Com base na disponibilidade de dados, apresentamos os indicadores socioeconómicos examinados neste estudo.

## **2.1 Definição de pobreza energética**

A definição de pobreza energética é pouco consensual na literatura. Contudo, na sua maioria as tentativas de defini-la, geralmente, enfatizam a necessidade de consumir energia e a sua pouca ou nenhuma disponibilidade (Fabbri & Gaspari, 2021; Moore, 2012; Sareen et al., 2020).

Já noutra definição, (Koutoulaki, 2017) definiu a pobreza energética como “a ausência de escolha suficiente no acesso a serviços energéticos adequados, acessíveis, confiáveis, de alta qualidade, seguros e ambientalmente benéficos para apoiar o desenvolvimento económico e humano”.

Assinala-se outra definição da pobreza energética como reportando a mesma a uma situação em que as famílias não são capazes de ter energia a preços acessíveis para fins de aquecimento ou arrefecimento e satisfazer as suas necessidades energéticas (Maryon-Davis, 2014). Entretanto, para González-Eguino (2015), Halkos & Gkampoura (2021), entre outros, a pobreza energética incorpora tudo o que está associado ao conceito de pobreza relacionado com a energia.

De acordo com a IEA, a pobreza energética é definida como a falta de acesso a combustíveis comerciais e limpos, eletricidade, equipamentos eficientes e alta dependência da biomassa, causando poluição. Já o Observatório da Pobreza Energética (2021), definiu-a como a falta de serviços energéticos vitais para a população doméstica e industrial. Neste mesmo alinhamento, já anteriormente, Winkler *et al.*, (2011) definiram-na como o estado no qual as famílias gastam parte significativa do rendimento com serviços energéticos. Hills, (2012) definiu a pobreza energética como “quando o custo das necessidades básicas de vida em energia é maior do que a média social, e a renda residual é menor do que a linha oficial de pobreza económica” (Hills, 2012).

A definição de pobreza energética associada às zonas rurais foi sugerida pelos autores (Barnes *et al.*, 2011), referindo-se que tal se verifica “quando a quantidade de energia utilizada é inferior, à necessidade mínima para sustentar uma residência”. Ainda nesta mesma direção, (González-Eguino, 2015) definiu a pobreza energética como a capacidade de consumir a energia suficiente para suprir as necessidades básicas de consumo energéticos. Todavia, existem formas distintas para caracterizar a definição de pobreza

energética urbana e rural. As definições no seu todo atendem em primeira instância a necessidade de satisfazer a procura de eletricidade, atender o consumo de serviços energéticos básicos.

Em suma, fica claro a grande complexidade de definir a pobreza energética, tal como conceituar e operacionalizar.

## **2.2 Medidas de pobreza energética**

O conceito de medição de pobreza energética depende de muitos fatores. Desde as condições climáticas, padrões culturais, modo de vida, entre outros. Além disso, há uma diferença significativa entre a observação deste fenómeno social em relação a outros, como a desigualdade e a pobreza tradicional, no qual é viável estabelecer e avaliar a sua situação de acordo com critérios científicos (Farrell & Fry, 2021). Todavia, os critérios de referência de pobreza energética carecem de atualizações constantes devido à fonte e à tecnologia empregada, mas a literatura reporta várias medidas propostas.

Diante disso, antes de tudo, é válido destacar que Boardman (1991) é um dos pioneiros, tendo apresentado a sua medida de pobreza energética a famosa abordagem de dez por cento (B. Boardman, 1991). Vários autores, entre outros, por exemplo, Okushima (2017), Energy (2003), Heindl (2015), Labandeira, X., & Linares (2014), Imbert et al., (2016) e Roberts et al., (2015), utilizaram nos seus estudos esta mesma abordagem conceptual de pobreza energética. O pressuposto desse método afirma que se uma família gastar mais de 10% do seu rendimento disponível com a energia, então é classificada como pobre em energia. De acordo com, Healy & Clinch (2004), a sua explicação e interpretação dessa medida parece simples, contudo apresentam limitações significativas devido à: i) pouca consistência refletida nos preços dos combustíveis; ii) dificuldade de estabelecer uma precisão nos valores dos combustíveis, quando estes são elevados ou reduzidos/baixos; iii) a arbitrariedade na fixação de um valor de 10% é muito relativa e subjetiva; e, por fim, iv) não reflete o rendimento do agregado familiar, (Healy & Clinch, 2004).

Nesse sentido, é válido recorrer a outras medidas de pobreza energética na literatura. O método da mediana dupla sustenta que uma família pode chegar à pobreza energética se os seus custos com energia excederem os custos médios totais de energia. O conceito de mediana dupla é referida e utilizada noutros contextos/setores, como, por exemplo, nos transportes (Isaacman *et al.*, 2011), na medicina (Kiely *et al.*, 2012). Uma das principais vantagens do uso da mediana é que permite a divisão da amostra em dois grupos e mantém a estimativa insensível a valores extremos.

Na realidade, não existem indicadores únicos para medir a pobreza energética, pelo que, são conhecidos vários estudos, entre outros, Aristondo & Onaindia (2018), D. Zhang *et*

*al.*, (2019), Wang *et al.*, (2015), Okushima (2017), Sovacool *et al.*, (2011) e Sovacool & Mukherjee, (2011).

Na abordagem multidimensional, para Nussbaumer *et al.*, (2012) a pobreza energética é normalmente estimada a partir de seis indicadores ponderados que abrangem informações sobre disponibilidade de eletricidade, combustível de cozinha limpo, eletrodomésticos, poluição municipal, entretenimento, comunicação e dispositivos educacionais.

De acordo com as diversas abordagens apresentadas sobre os indicadores de pobreza energética, é importante destacar que os rendimentos dos agregados familiares subtraídos ao custo energético são elementos principais e indispensáveis para medir a pobreza energética.

Neste estudo utilizamos a medida de pobreza energética uma proxy que traduz a proporção de acesso à energia elétrica, considerando o peso na população total, urbana e rural, nos indicadores socioeconómicos selecionados.

### **2.3. Medir a pobreza energética e seus determinantes**

Esta subseção apresenta os principais estudos que analisam os determinantes da pobreza energética em África, incluindo algumas evidências empíricas. Não há um consenso quanto ao referencial teórico que explica a relação entre acesso à eletricidade e indicadores socioeconómicos claramente, o que abre espaço para debate académico (Riva *et al.*, 2018; T. Zhang *et al.*, 2019).

Devido à escassez, falta de consenso de modelos teóricos, é frequente aparecer/sugerir referidos na literatura indicadores escolhidos de forma “*ad hoc*” para quantificar o acesso à eletricidade (T. Zhang *et al.*, 2019). Estes autores apresentaram diversos indicadores, tais como: o saldo da conta-corrente, a participação da manufatura no produto interno bruto (PIB), as exportações, a inflação e o PIB per capita. Em termos de indicadores sociais, apresentaram: o número de empregados, a taxa de desemprego, a ajuda pública líquida ao desenvolvimento recebida per capita, a matrícula escolar e a urbanização. Quanto aos fatores naturais, incluíram: a percentagem de terras aráveis, a densidade populacional, a eficiência energética e a situação das importações de energia. Em termos fiscais, foram considerados os saldos das balanças de transações correntes, as despesas de consumo final das administrações públicas, os *stocks* da dívida externa e o investimento direto estrangeiro (T. Zhang *et al.*, 2019).

Dos estudos que se concentraram em refletir sobre a pobreza energética na África, D’Amelio *et al.*, (2016), analisaram 15 nações da África Subsaariana e constataram que

os investimentos diretos estrangeiros aumentam as taxas de acesso à eletricidade apenas em países anfitriões com instituições fracas e também se o país de origem do investimento tiver instituições fracas. Além disso, estudos similares, no contexto de 14 países da África Ocidental, (Tehero, 2021) observou que o nível de rendimento nacional *per capita*, a urbanização e a grande população influenciam positivamente as taxas de acesso à eletricidade.

Os estudos sobre os determinantes do acesso à eletricidade em África (Dinkelman, 2011) e (Banerjee, S.G., Barnes, G., 2015) demonstram que, nos países em desenvolvimento, quanto maior for a eletrificação nas áreas rurais e periurbanas (subúrbios de uma cidade) maior será o aumento potencial das rendas, a diminuição da poluição do ar nas residências e, conseqüentemente, a oferta de emprego. Noutro estudo ligado a África Subsaariana, (Nanka-Bruce, 2008) afirmou que a população urbana está positivamente correlacionada com o acesso à eletricidade. Já o estudo de (Zhang *et al.*, 2019), revelaram que a urbanização não é revelada como um fator determinante para o aumento do acesso à eletricidade, que, em última análise, depende do modelo de avaliação e ou da amostra utilizado(a).

Num outro estudo, com uso de dados em painel em algumas nações da África Subsaariana, (Opoku *et al.*, 2021) revelam que o crescimento económico, os investimentos diretos estrangeiros e a urbanização influenciam as taxas de acesso à eletricidade. Na mesma linha de investigação, a partir da seleção de um painel de 21 países, (Poloamina & Umoh, 2013), usando o método dos mínimos quadrados ordinários, concluíram que o rendimento *per capita*, a proporção da população urbana e rural são fatores importantes que impulsionam o acesso à eletricidade.

Além disso, (Morrissey, 2017) ao estudar os desafios no setor energético da SSA procurou apresentar um guia para os formuladores de políticas, observou sinais de que as instituições internacionais estavam mais interessadas a melhorar o acesso à eletricidade, confiando países que já demonstravam maiores taxas de acesso à eletricidade.

Como é possível notar, nesta descrição de revisão de literatura sucinta, encontramos diferentes resultados. As contradições podem ser explicadas pelas metodologias aplicadas e pela amostra do estudo, o que, muitas vezes, resulta em resultados não claros e diferentes. Dessa forma, até melhor conhecimento no presente estudo a avaliação dos impactos dos determinantes do acesso à eletricidade foi utilizada o método de regressões fracionárias (FRM), o horizonte temporal de análise de 2000 – 2020, e o painel de 36 países, surge como uma importante oportunidade de investigação. Mais ainda, consideramos que a análise e avaliação do *nexus* entre a urbanidade e a ruralidade

no acesso à eletricidade, medido sob três perspectivas distintas, ainda não foi suficientemente analisado nos estudos anteriores. Dessa forma, este estudo visa preencher essa lacuna na literatura.

## 3. Dados e Metodologia

### 3.1 Dados

A amostra foi selecionada inicialmente por cinquenta (50) países africanos, mas, devido à falta de dados, foram excluídos 14 países dos 50 anteriormente selecionados, tendo uma amostra representativa constante em trinta e seis (36) países, dos quais trinta e dois (32) pertencem à SSA e quatro (4) à SA. A utilização de dados anuais das últimas duas décadas, permitiu construir três painéis ordenado com 36 países, a saber: Angola, Benin, Burkina Faso, Botswana, República Centro Africana, Cote D´Ivoire, Camarões, Burundi, República Democrática do Congo, República do Congo, Cabo Verde, Egipto, Etiópia, Gabão, Gana, Guine, Gambia The, Guine Bissau, Guine Equatorial, Marrocos, Kenya, Líbia, Lesotho, Nigéria, Moçambique, Ruanda, Senegal, Tunísia, Togo, Níger, Malawi, Sudão, Zâmbia, Zimbábue, África do Sul e Uganda. Relativamente à relação entre a pobreza energética e os seus determinantes, a pobreza energética será mensurada pelo acesso à eletricidade analisado sob três formas diferentes: i) acesso à eletricidade total; ii) acesso à eletricidade urbana e iii) acesso à eletricidade rural.

Para este estudo, os dados secundários anuais referentes ao Acesso à Eletricidade, ao Crescimento Económico, ao Desemprego, ao Investimento Direto Estrangeiro, à população Ativa dos 15 – 64 anos e à população com 65 anos ou mais foram coletados a partir dos Indicadores de Desenvolvimento do Banco Mundial *on-line* ([worldbank.org](http://worldbank.org), 2022). A seleção das variáveis analisadas está em consonância com a revisão de literatura realizada na seção anterior que trata dos principais fatores determinantes que influenciam o acesso à eletricidade, especialmente na África. Além disso, a escolha do horizonte temporal é justificada por ser um dos períodos constantes na taxa de crescimento populacional na África.

**Tabela 1. Descrição das variáveis e medidas unitárias / totais**

Variável	Unidade
Acesso à eletricidade (Total)	% população com acesso à eletricidade (Total)
Desemprego (Total)	% da força de trabalho (Total)
PIB per capita (Total)	Constante 2015 US\$
Entradas líquidas, IDE <i>per capita</i> (Total)	% do PIB <i>per capita</i> (Total)
População 15-64 anos (Total)	% da população (Total)
População 65 anos ou mais (Total)	% da população (Total)

**Fonte:** ([worldbank.org](http://worldbank.org), 2022)

**Tabela 2. Descrição das variáveis e medidas unitárias / urbanas**

Variável	Unidade
Acesso à eletricidade (Urbana)	% população com acesso à eletricidade (Urbana)
Desemprego (Urbano)	força de trabalho <i>per capita</i> (Urbana)
PIB per capita (Urbano)	Constante 2015 US\$
Entradas líquidas, IDE <i>per capita</i> (Urbano)	% do PIB <i>per capita</i> (Urbano)
População 15-64 anos (Urbana)	% da população (Urbana)
População 65 anos ou mais (Urbana)	% da população (Urbana)

**Fonte:** (worldbank.org, 2022)

**Tabela 3. Descrição das variáveis e medidas unitárias / rurais**

Variável	Unidade
Acesso à eletricidade (Rural)	% população com acesso a eletricidade (Rural)
Desemprego (Rural)	força de trabalho <i>per capita</i> (Rural)
PIB per capita (Rural)	Constante 2015 US\$
Entradas líquidas, IDE <i>per capita</i> (Rural)	% do PIB <i>per capita</i> (Rural)
População 15-64 anos (Rural)	% da população (Rural)
População 65 anos ou mais (Rural)	% da população (Rural)

**Fonte:**(worldbank.org, 2022)

**Tabela 4. Estatística descritiva/total**

Variáveis	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
AET	756	42,82622	28,48737	1,252269	100
PDT	756	8,412954	6,228015	0,32	25,54
IDET	756	2,50E+08	7,42E+08	-2,42E+09	9,81E+09
GDPT	756	2190,743	2598,551	255,1003	14222,55
PAT 15-64	756	55,38415	5,008912	47,28657	69,4159
PT65+	756	3,284096	1,110995	1,521082	8,578492

**Fonte:** Computação dos autores (2023); Obs= Número de observações

Note-se que a designação de acesso à eletricidade total é codificada pela sigla (AET); da população desempregada total pela sigla (PDT); do investimento direto estrangeiro total pela sigla (IDET); do crescimento económico total pela sigla (GDPT); da população ativa total 15–64 anos pela sigla (PAT 15–64) e o da população total 65 anos ou mais pela sigla

(PT65+). A principal diferença nas designações das restantes tabelas estatísticas descritivas (5 e 6), as variáveis urbanas e rurais as suas codificações são verificadas e alteradas na última letra das variáveis com (U e R), respetivamente.

**Tabela 5. Estatística descritiva/urbana**

Variáveis	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
AEU	756	69,1298	22,95557	11,8	100
PDU	756	426,6729	453,0202	5,18912	1957,339
IDEU	756	1,35E+10	4,41E+10	-1,43E+11	6,52E+11
GDPU	756	2,32E+12	4,62E+12	1,61E+10	2,61E+13
PAU 15-64	756	2419,826	1208,607	407,109	5366,623
PU 65+	756	149,8923	104,3048	20,04528	579,9326

**Fonte:** Computação dos autores (2023); Obs= Número de observações

**Tabela 6. Estatística descritiva/rural**

Variáveis	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
AER	756	23,36357	28,16473	0	100
PDR	756	413,947	285,1765	26,81088	1367,684
IDER	756	1,15E+10	3,27E+10	-1,61E+11	3,29E+11
GDPR	756	2,45E+12	4,53E+12	3,94E+10	2,57E+13
PAR 15-64	756	3115,916	902,621	590,2021	4753,525
PR 65+	756	178,1555	59,55839	38,6847	360,9028

**Fonte:** Computação dos autores (2023); Obs= Número de observações

As tabelas 4, 5 e 6 mostram que a média da população total, com acesso à eletricidade, é de, aproximadamente, 43%. Dado que a média urbana representa 63% da população, a média rural é de apenas 23%. Isso indica que ainda existe uma inacessibilidade à energia elétrica nesta parcela populacional em África. Assim, de acordo com os mesmos dados estatísticos sobre o acesso à eletricidade total, os países africanos que têm taxas mais baixas de acesso à energia elétrica apresentam um mínimo de 1% em 2000 e um máximo de 43% em 2020. O resultado revela a incapacidade de alguns países africanos em atingir os objetivos de acesso universal à energia elétrica. O acesso mínimo à eletricidade é de 12% e o máximo é de 69%. Já a população rural apresenta um máximo de 23%, o que indica que as políticas de acesso à energia nas áreas rurais podem ter um impacto diferente.

A figura 1 ilustra a situação evolutiva do acesso à eletricidade em África de 2000 a 2020. De acordo com os dados estatísticos do acesso à eletricidade total, Burundi, Burkina Faso, Malawi, Níger, República democrática do Congo, República Centro Africana, têm as taxas mais baixas de acesso à eletricidade em África nos países selecionados, ou seja, taxas abaixo de 20% em 2020. Países com maiores taxas de acesso à eletricidade total, próximos ou igual a 100% incluem: Gabão, Cabo Verde, Marrocos, Gana, Tunísia, África do Sul e Egipto. A Líbia que em 2000 apresentava taxa de acesso à eletricidade total em 100%, atualmente regista um decréscimo devido à instabilidade e crises políticas e humanitárias.

A proporção da população urbana com acesso à eletricidade é crescente em quase todos os países nas duas regiões, com exceção da Líbia. Já a proporção da população rural com acesso à eletricidade é crescente, mas a um ritmo lento e com muitas oscilações decrescentes, com exceção nos países da SA. Podemos concluir de que, em média, a proporção da população com acesso ao consumo de eletricidade urbana e rural da amostra dos países africanos selecionados difere devido a diversos impactes das políticas energéticas nas populações urbanizadas e ruralizadas. Sendo que, a população urbana tem mais acessibilidade elétrica nas duas regiões africanas.

## ACCESS TO ELECTRICITY: TOTAL, URBAN and RURAL

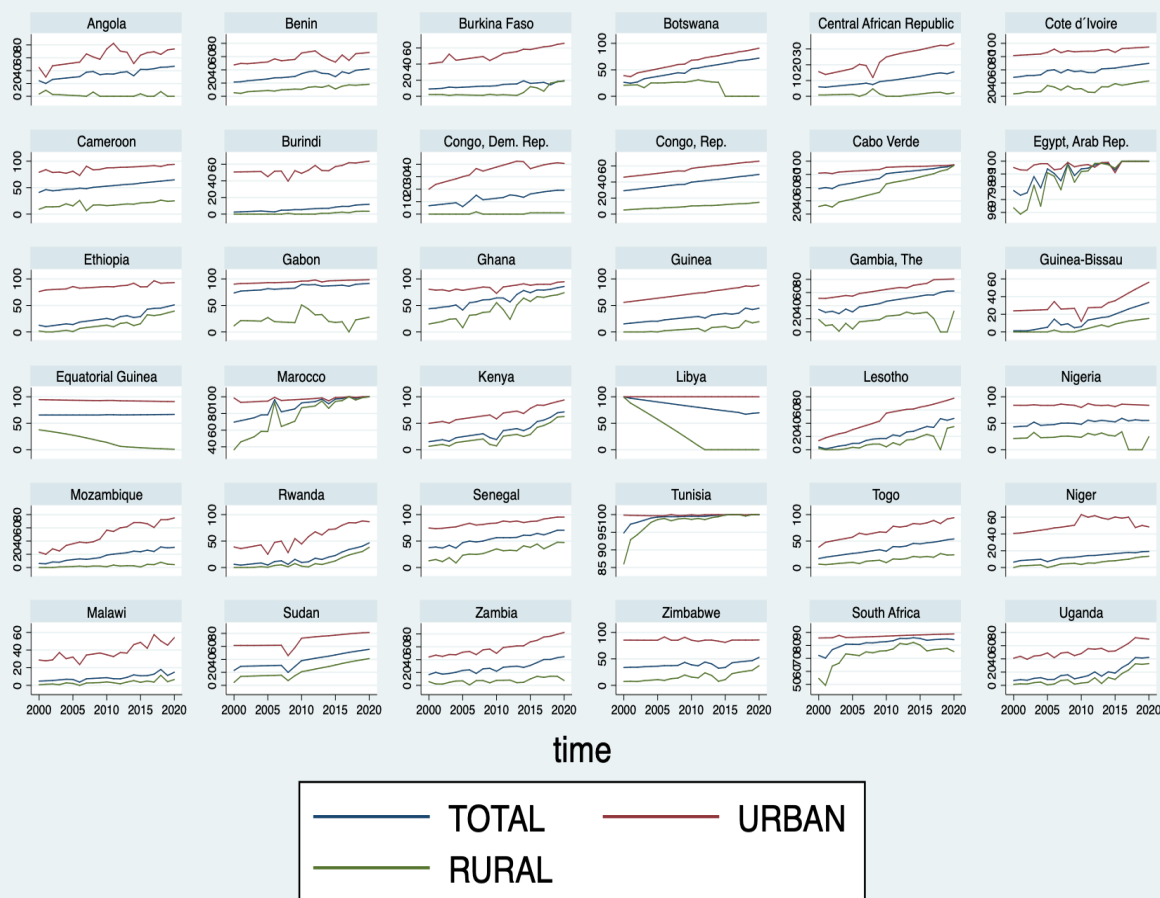


Figura 1 – Acesso à eletricidade total, urbana e rural

### 3.2 Metodologia

Para analisar a relação entre a métrica da pobreza energética e seus drivers, iremos utilizar os Modelos de Regressões Fracionadas (FRM). Entretanto, é oportuno fazer recurso ao método de estimação FRM de forma a garantir uma maior robustez na identificação dos impactos dos drivers na pobreza energética (variável dependente) mensurada por uma grandeza de proporções que varia entre os valores zero e um, garantindo o requerido na aplicação da modelização FRM, para a variável dependente

A metodologia da regressão fracionária pressupõe a existência de uma variável  $y$ , que varia e cumpre o pressuposto de que a variável dependente está dentro do intervalo  $[0,1]$ , ou seja,  $0 \leq y \leq 1$ . A explicação da variável se procede por meio de um vector  $\mathbf{1} \times \mathbf{k}$  de variáveis explicativas  $\mathbf{x} = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_k)$  com a pura convenção de que  $\mathbf{x}_1 = \mathbf{1}$ . O estimador de quase-máxima verosimilhança (QLME) faz com que o modelo de resposta fracionada seja estimado de forma robusta.

$$E(y|x) = G(x\theta) \quad (1)$$

Com base na equação acima seja qual for o comportamento funcional da variável dependente, há sempre restrições desejadas à média condicional da variável dependente ( $y$ ). Assim,  $E(y|x) = G(x\theta)$  existe uma limitação para o mesmo intervalo onde  $G(\cdot)$  apresenta uma função não-linear que satisfaz a condição:  $0 \leq G(\cdot) \leq 1$ . Não obstante, (Papke, 1996) em particular, quando introduziu a sua abordagem que estima o FRM utilizando (QLML) para estimar consistentemente modelos de resposta fracionada baseada na função log-verossimilhança de Bernoulli, a sua explicação obedeceu a seguinte ordem:

$$LL_i(\theta) = y_i \log[G(x_i\theta)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i\theta)]. \quad (2)$$

Ao utilizamos o modelo FRM, os problemas econométricos relacionados ao uso dos modelos lineares ficam ultrapassados. Papke, (1996) é o pioneiro na utilização deste método desenvolvido por ele. Nas suas especificações sugeriu que função  $G(\cdot)$  e qualquer função de distribuição cumulativa  $G(\cdot)$  é uma função de distribuição típica semelhante à função logística  $G(z) = \exp(z)/(1 + \exp(z))$  para o intervalo de  $[0,1]$ . Os efeitos parciais são dados pela expressão abaixo:

$$\frac{\partial E(y|x)}{\partial x_j} = \theta_j g(x\theta), \text{ em que } g(x\theta) = \frac{\partial G(x\theta)}{\partial x\theta}. \quad (3)$$

O modelo de duas partes, dá a possibilidade de considerar vários números de valores de fronteiras que são iguais a um, definimos y conforme na equação 4:

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{se } y_i \in [0,1] \\ 1 & \text{se } y_i = 1 \end{cases} \quad (4)$$

Nesta parte do modelo, por sinal a primeira, assume-se que  $\Pr(y_i = 1|x_i) = P(y_i | x_i) = G(x_i \gamma)$ , em que  $G(x_i \gamma)$  denota a função de distribuição logística cumulativa. Noutra parte do modelo, segunda parte, normalmente correspondente aos modelos de resposta fracionada em que  $y_i \in [0,1]$ , a especificação do modelo abaixo, indica como é apresentado a média condicional.

$$E(y_i | x_i) = P(y_i = 0|x_i)E(y_i | x_i, y_i = 0) + P(y_i = 1|x_i) = \quad (5) \\ = (1 - G(x_i \gamma)) G(x_i \beta) + G(x_i \gamma)$$

A especificação QLME separa o modelo logit na estimação utilizando todas as observações  $P(y_i = 1|x_i)$  e a estimação dos parâmetros da densidade condicionada  $f(y_i | x_i, y_i = 0)$  com base apenas na observação  $y_i < 1$ . A obtenção de parâmetros consistentes é a especificação correta da média condicional,  $P(y_i = 1|x_i)$  e  $E(y_i | x_i, y_i = 0)$  os efeitos marginais das variáveis explicativas são obtidos por derivação da média condicionada  $E(y_i | x_i)$  at  $x_i$ , conforme é apresentado na equação abaixo: (6)

$$\frac{\partial E\{y_i|x_i\}}{\partial x_i} = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial p\{y_i|x_i\}}{\partial x_{ij}} \{1 - E\{x_i y_i = 0\}\} + [1 - P\{y_i = 1|x_i\}] \frac{\partial E(y_i|x_i y_i = 0)}{\partial x_{ij}} = 0$$

A escolha de um dos modelos de resposta fracionada (uma parte ou duas partes) é fundamental para os resultados obtidos. De acordo com o estudo de (Ramalho et al., 2010) este modelo, o FRM, considera quatro modelos binomiais: Logit, Probit, Log-Log e Log-Log Complementar (Cloglog). Alguns testes de especificação, tal como o RESET, serão utilizados para inferir se a especificação de  $E(y_i | x_i)$  é a correta. A especificação correta da média condicional é dada pela hipótese nula. Além disso, para inferir sobre a bondade de forma funcional, os testes GOFF-I, GOFF-II e GGOFF também podem ser utilizados (Ramalho et al., 2014).

O modelo FRM cumpre o pressuposto de que a variável dependente está dentro do intervalo  $[0,1]$ . Numa amostra de Bernoulli, o estimador  $\theta$  QML é definido por  $\theta \equiv \arg \max_{\theta} \sum_{i=1}^n LL_i(\theta)$ . Desde que,  $E(y | x)$  esteja corretamente especificado, o estimador  $\theta$  QML é consistente e assintoticamente normal em respeitar a distribuição de  $y$  condicionado a  $x$  (Ramalho et al., 2010).

Para tomar a decisão qual a modelização do FRM, deverão ser realizados um conjunto de testes, considerando especificações tais como *Logit*, *Probit*, *Log-log* e *Cloglog*. De acordo com Ramalho *et al.* (2010), o teste RESET, permite determinar o erro de especificação na formulação em geral. Este teste é utilizado para poder testar a operacionalização da média condicional. Assim, a sua aplicação deverá ser feita separadamente entre os dois modelos, modelo de uma parte e o de duas partes (primeira parte e a segunda parte). Aplicamos o teste RESET tendo em conta a observação da hipótese nula e a validação do modelo de especificação correta. Além disso, Davidson & MacKinnon (1981), apontam que um teste P é útil e indispensável para comparar modelos de regressão não-linear. Desta feita, recorreremos a um teste P, para realizar o teste oposto de uma parte e duas partes FRM, em conformidade com estudos de (Ramalho *et al.*, 2010). Nesta senda, procuramos testar  $H_0: H(x\alpha)$  contra  $H_1: T(x\eta)$  [ou seja, tentamos perceber se  $H(x\alpha)$  é uma especificação apropriada para  $E(y|x)$  em comparação com um modelo oposto] o mesmo foi usado no teste da hipótese nula  $H_0: \delta_2 = 0$  recorrendo a uma regressão auxiliar:  $(y - \hat{H}) = \hat{h}x\delta_1 + \delta_2(\hat{T} - \hat{H}) + error$  onde  $h = \delta H(x\alpha)/\delta(x\alpha)$ ,  $\delta_2$  é um parâmetro escalar e  $\hat{\cdot}$  avalia a representação nos estimadores  $\hat{\alpha}$  ou,  $\hat{\eta}$ , vindo da estimação dos modelos separados e representados por  $H(\cdot)$  e  $T(\cdot)$ , respetivamente. Nesta senda, é necessário também aplicar os testes GOFF-I e GOFF-II para inferir sobre a forma

funcional, tal como o teste de bondade funcional generalizada (GGOFF) (Ramalho et al., 2014).

## **4. Resultados**

Os resultados dos testes de especificação estimados para o modelo de uma parte e de duas partes começam a ser apresentados nas tabelas 7, 8 e 9, respetivamente.

Relativamente às especificações do modelo de uma parte, pode-se chegar a conclusão de que a especificação Cloglog é a mais adequada, visto que os testes RESET, GOFF I, GOFF II e GGOFF, nos três modelos especificados, não rejeitam esse modelo. Em relação ao teste P, onde os modelos de cada especificação foram testados, nenhuma especificação é aceite. Isso na interpretação dos três modelos em análise. Assim, olhando para os resultados, isso significa que o teste P não apresenta conclusão inequívoca nos três modelos especificados, respetivamente e, o estudo apresenta a especificação do Cloglog, que foi muito bem sustentada com recursos aos testes RESET, GOFF I, GOFF II e GGOFF. Verificamos também, para os três modelos especificados, que o modelo binominal Logit é aceite em quase todos os testes, simplesmente encontra rejeição no teste GGOFF, pelo que, a especificação pode ser também considerada adequada.

A nossa análise centra-se nas três tabelas 7, 8 e 9 dos testes de especificação. Em relação aos modelos de duas partes, os testes RESET, GOFF I, GOFF II e GGOFF rejeitam todas as hipóteses nulas, que sugerem que nenhuma especificação é adequada. Quando as especificações são testadas em comparação com outras, podemos concluir que a especificação Loglog nunca é rejeitada, considerando as três tabelas, mas analisando-as separadamente. Por esta razão, concluímos que o modelo de especificação mais adequado para a primeira parte é o Loglog. Além disso, no modelo de duas partes, na segunda parte, apenas o Cloglog é rejeitado, o que nos fornece evidências de que é a especificação que melhor se adequa a esta estimativa. Em suma, estimamos e interpretamos todos os testes de especificações do FRM, o que nos permitiu seleccionar as especificações mais adequadas em cada uma das três tabelas.

Tabela 7: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes totais (Ambas as partes são analisadas, primeira e segunda parte).

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
					Primeira componente				Segunda componente			
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
RESET test	8.96***	8.82***	1.4	33.37***	0.16	0.08	0.159	0.19	15.4***	14.37***	5.4*	37.38***
GOFF-I test	10.13**	8.53**	-	31.68***	0.09	0.00	-	0.16	17.1***	13.7***	-	35.2***
GOFF-II test	8.89**	9.3**	0.8	-	0.66	0.85	0.13	-	14.8***	15.2***	4.38*	-
GGOFF	10.5**	9.77**	0.86	31.68***	4.20	6.9*	0.13	0.163	17.9***	16.3***	4.38*	35.2***
<b>Teste P</b>												
H1: FRM II – Logit	-	4.52**	4.52**	38.56***	-	0.02	0.00***	0.45	-	44.34***	5.64*	0.02
H1: FRM II – Probit	0.43	-	41.5**	41.56***	0.83	-	0.00	0.51	0.85	-	0.12	47.78**
H1: FRM II- Loglog	26.08***	26.1***	-	61.42***	1.93	0.69	-	1.94	36.99***	35.78***	-	70.96***
H1: FRM II- Cloglog	0.914	3.4*	8.47**	-	0.95	0.08	0.00***	-	2.74**	6.42**	3.69*	-

Nota: \*\*\*, \*\* e \* designam significância estatística do teste a 1%, 5% e 10%, respetivamente. FRM - modelo de regressão fracionária. GOFF - teste de qualidade funcional generalizada para modelos de regressão binária e fracionária.

Tabela 8: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes urbana (Ambas as partes são analisadas, primeira e segunda parte).

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
					Primeira componente				Segunda componente			
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
RESET test	11.44***	10.85***	12.16***	9.34***	1.79	2.36	2.76*	1.41	17.27***	14.06***	19.26***	10.98***
GOFF-I test	5.52*	11.46***	-	9.83**	1.98	2.99*	-	1.77	11.44***	14.85***	-	11.52***
GOFF-II test	11.24***	9.62***	8.97**	-	2.15	2.47	3.12*	-	18.45***	13.38***	16.44***	-
GGOFF	22.40***	17.23***	8.96**	9.83***	2.16	3.33	3.12*	1.77	2757***	17.69***	16.43***	11.52***
Teste P												
H1: FRM II – Logit	-	13.58***	0.32	7.59**	-	0.0	0.0	0.0	-	16.75***	2.75**	11.81***
H1: FRM II – Probit	9.96**	-	0.87	11.27***	3.59*	-	0.00	0.00	15.51***	-	4.49**	14.47***
H1: FRM II- Loglog	12.9***	16.13***	-	7.60**	6.45*	0.42	-	0.0	20.52***	20.59***	-	12.57***
H1: FRM II- Cloglog	0.36	3.63*	2.39	-	0.99	0.0	0.0	-	2.67	6.19**	0.11	-

Nota: \*\*\*, \*\* e \* designam a significância estatística do teste a 1%, 5% e 10%, respetivamente. FRM - modelo de regressão fracionária. GOFF - teste de qualidade funcional generalizada para modelos de regressão binária e fracionária.

Tabela 9: Testes de especificação para o modelo de uma parte e modelo de duas partes rural (Ambas as partes são analisadas, primeira e segunda parte).

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
					Primeira componente				Segundacomponente			
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
RESET test	3.27**	2.59	1.69	2.9**	1.01	0.36	-0.06	1.91	0.94	0.32	0.58	2.68
GOFF-I test	2.35	2.63	-	2.38	0.44	0.10	-	0.89	0.51	0.34	-	2.15
GOFF-II test	2.86**	2.35	1.45	-	0.08	0.35	0.071	-	0.79	0.24	0.60	-
GGOFF	3.28	2.80	1.45	2.38	2.39	2.94	0.071	0.89	1.49	0.76	0.60	2.15
<b>Teste P</b>												
H1: FRM II- Logit	-	1.36	11.26***	0.72	-	0.00	0.00	0.16	-	1.06	6.93**	1.15
H1: FRM II- Probit	0.11	-	9.59**	1.21	2.05	-	0.00	0.68	0.97	-	4.56*	2.78**
H1: FRM II- Loglog	2.33	0.31	-	2.29	1.19	0.34	-	0.47	14.05***	8.13**	-	5.18**
H1: FRM II- Cloglog	11.16***	13.88***	19.93***	-	0.15	0.00	0.00	-	10.17***	13.15***	14.77***	-

Nota: \*\*\*, \*\* e \* designam a significância estatística do teste a 1%, 5% e 10%, respetivamente. FRM - modelo de regressão fracionária. GOFF - teste de qualidade funcional generalizada para modelos de regressão binária e fracionária.

**Tabela 10: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade total (amostra de 36 países africanos).**

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Primeira componente				Segunda componente			
					Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
<b>LPDT</b>	-0.4288***	-0.2409***	-0.2472***	-0.2898***	-2.4431*	-1.07813**	-0.7557**	-2.3082*	-0.4059***	-0.2276***	-0.2368***	-0.276***
<b>LIDET</b>	0.00523***	0.003089***	0.002749***	0.00359***	-0.01083	-0.006002	-0.006094	-0.010241	0.00525***	0.0031***	-0.0028***	0.0369***
<b>LGDPT</b>	0.00153***	0.00084***	0.00143***	0.00073***	0.002395	0.00097	0.000591	0.002298	0.001527***	0.000841***	0.001424***	0.0729***
<b>LPAT15-64 anos</b>	1.79392***	1.082569***	1.17322***	1.213536***	0.779944	0.439394	0.39654	0.682576	1.754932***	1.061184***	1.147218***	1.19254***
<b>LPT65+</b>	2.32185***	1.39708***	1.37558***	1.62704***	1.377259***	-6.217765	4.210795***	1.322193***	2.084794***	1.255563***	1.210468***	1.50198***
<b>Cons</b>	-10.9432***	-6.61098***	-6.79536***	-7.8247***	5.913291**	-6.748629	-5.03287***	-12.6926**	-10.68357	-6.467175	-6.61949***	-7.6918***
<b>Obs</b>	756	756	756	756	756	756	756	756	745	745	745	745
<b>R<sup>2</sup></b>	0.71692127	0.71401412	0.72728086	0.69768699	0.26175136	0.23789078	0.20670427	0.27512576	0.70340258	0.70044854	0.71576124	0.682428

Notas: \*, \*\*, e \*\*\* significam significância estatística de 10%, 5% e 1%, respetivamente. Contrás denota constante e Obs denota observações.

**Tabela 11: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade urbana (amostra de 36 países africanos).**

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Primeira componente				Segunda componente			
Logit					Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	
<i>LPDU</i>	-1.810513***	-1.043301***	-1.367149***	-9.25049***	2.862174	8.981385	-1.548138	3.847265	-1.714397***	-9.86093***	-1.30155***	-8.7769***
<i>LIDEU</i>	0.01941372**	0.10576	0.155516	0.0070845	-1.44481**	-0.849302*	-1.09676**	-1.024906	0.199859	0.112356	0.159498	0.086143
<i>LGDP</i>	0.273172***	0.10576***	0.243373***	0.10763***	0.367237***	0.198668***	0.185384***	0.29854***	0.256323***	0.135789***	0.228351***	0.10188***
<i>LPAU15-64 anos</i>	-5.899926***	-3.74392***	-4.24625***	-4.26769***	-7.83683***	-3.84573***	-3.014595***	-7.48868***	-5.46069***	-3.44587***	-3.9205***	-3.9049***
<i>LPU65+</i>	8.89737***	5.593883***	6.431442***	5.926579***	83.76758***	44.06032***	37.2278***	72.23532***	8.025265***	5.003175***	5.777437***	5.27853***
<b>Cons</b>	2.74583***	-2.38427***	4.720672***	0.507536	-4.58773***	-2.651114***	-2.10015***	-3.813047**	3.052402***	2.530282	5.010653***	5.278526
<b>Obs</b>	756	756	756	756	756	756	756	756	729	729	729	729
<b>R<sup>2</sup></b>	0.40382101	0.39394372	0.41092336	0.37457025	0.28652201	0.27918599	0.27586698	0.29351487	0.36479588	0.35446604	0.37264558	0.33462331

**Notas: \*, \*\*, e \*\*\* significam significância estatística de 10%, 5% e 1%, respetivamente. Contrás denota constante e Obs denota observações.**

**Tabela 12: Resultados da estimação para o modelo de regressão fracionada % acesso à eletricidade rural  
(amostra de 36 países africanos).**

	Modelos de uma parte				Segunda parte							
	Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Primeira Componente				Segunda componente			
					Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
<b>LPDR</b>	-1.76657***	-9.938407***	-7.434501***	-1.541736***	-5.989139	-2.621173	-1791299	-5.885588	-1.980611***	-1.116202***	-8.400401***	-1.7421***
<b>LIDER</b>	-0.240893*	-0.142767**	-0.150209**	-0.13688**	-0.62882	-0.335	-0.274069	-0.521117	0.283317**	-0.16763**	-0.175768*	-0.155253**
<b>LG DPR</b>	-0.025009**	0.012934**	-0.009294**	-0.029359**	0.191081	0.098333*	0.076486***	0.169134***	0.03376**	-0.017653*	0.014649***	0.036499***
<b>L PAR15-64 anos</b>	-8.254952**	-5.179692*	-5.85564***	-4.507319	-1.087199***	-5.58252***	-4.334694***	9.495031***	3.798486	-2.473405	2.470098	1.569677
<b>L PR65+</b>	3.27291***	1.940284***	1.91893***	2.498047***	9.3971772***	4.74323***	3.648943***	-9.495031***	3.059733***	1.798049***	17.01454***	24.18811***
<b>Cons</b>	-2.049135***	-1.21636***	-8.15999***	-2.116042***	6.31461	2.512545	4.101892	82.46063***	-2.406888***	-1.426926***	-1.048251***	-2.397784***
<b>Obs</b>	756	756	756	756	756	756	756	756	737	737	737	737
<b>R<sup>2</sup></b>	0.32986453	0.3273678	0.32119894	0.33797528	0.16106004	0.15783505	0.14884254	0.15698015	0.34805484	0.34429163	0.33785925	0.35986413

**Notas: \*, \*\*, e \*\*\* significam significância estatística de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Contras denota constante e Obs denota observações.**

Os resultados da estimação para os FRM são apresentados nas tabelas 10, 11 e 12. Entretanto, com base no teste RESET nos modelos estimados através do método da quase máxima-verosimilhança agrupada, considerando um nível de significância de 1%; é possível sugerir que as variáveis explicativas de estudo são conjuntamente significativas. Para melhor entendimento, a nossa análise centra-se nos modelos estimados e adequados. Pelo que, na componente de uma parte foi o modelo *Logit* e *Cloglog* e, no modelo de duas partes, na primeira parte foi o *Loglog* e na segunda parte foi o *Loglog* e o *Cloglog*. Na primeira tabela, os resultados reportam que do conjunto das variáveis explicativas, todas as variáveis são significativas em 1% e, em simultâneo, na componente dos modelos de uma parte e segunda parte (primeira parte e segunda parte), das quais uma variável exerce um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade total. Existe uma relação negativa e significativa entre a população desempregada total e o acesso à eletricidade total. Estes resultados são observados no modelo de uma parte *Logit* e *Cloglog*, e confirmados no modelo de duas partes, onde na primeira parte foi verificado a partir do modelo *Loglog* e, na segunda parte, pelos modelos *Loglog* e *Cloglog*.

Ao analisar os resultados dos coeficientes de determinação do R-quadrado fica evidente a consistência existente, ou seja, que existe uma variância menor, entre os modelos de uma parte (0,71692 e 0,69768), em *Logit* e *Cloglog*, respetivamente, no modelo de uma parte e, a segunda parte dos modelos de duas partes (0,71576 e 0,68242), em *Loglog* e *Cloglog*, respetivamente. Entretanto, a primeira parte do modelo de duas partes as estimativas evidenciam (menor R-quadrado), o que nos leva a interpretar que existe uma menor consistência, mostrando um poder explicativo muito baixo para analisar o acesso à eletricidade total. Considerando a amostra analisada, a subamostra de países com níveis de acesso à eletricidade próximo a 100% é muito menor do que a subamostra de países com níveis de acesso à eletricidade próximo ou baixo de 43% (ver, por exemplo, a figura 1), estas razões podem nos levar a interpretar a explicação do menor R-quadrado obtido na primeira parte do modelo de duas partes. Portanto, os países com níveis de acesso à eletricidade total próximo a 100% são tão poucos (maioritariamente os países pertencentes a África Setentrional).

Os resultados da tabela 11 são apresentados. No conjunto das variáveis explicativas de estudo, todas são significativas a um nível de 1%. Sendo que, em simultâneos, o investimento direto estrangeiro, crescimento económico e a população com 65 anos ou mais, exercem um efeito positivo sobre o acesso à eletricidade urbana. Mas a população desempregada urbana e a população ativa dos 15–64 anos exercem um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade urbana, em todos os modelos estimados e adequados, à semelhança do que sucede na análise do acesso à eletricidade rural. Estes resultados são

esperados de acordo com a literatura consultada. O facto é que nas zonas urbanas existe relativamente uma maior necessidade de consumo de eletricidade. O acesso à eletricidade na urbanidade normalmente funciona obedecendo à lógica do mercado (procura e oferta) por meio de um pagamento, este pagamento largamente só é assegurado devido ao trabalho que gerará um rendimento para as famílias e, estes por sua vez deduziram uma parte da renda para cobrir o cabaz energético.

Relativamente ao coeficiente de determinação do R-quadrado, existe uma sólida consistência, entretanto, apesar de uma variância menor, entre os modelos de uma parte (0,4038 e 0,37457), em *Logit* e *Cloglog*, respetivamente e, a segunda parte dos modelos de duas partes (0,3726 e 0,3346), em *Loglog* e *Cloglog*, respetivamente. Evidentemente na primeira parte do modelo de duas partes voltamos a observar o mesmo cenário, as estimativas evidenciam (menor R-quadrado, ou seja, um  $R^2=0,2758$ ), o que nos permite deduzir que existe uma menor consistência, fazendo com que o seu poder explicativo seja muito baixo para avaliar o acesso à eletricidade urbana. Ao olharmos para os dados da nossa amostra, a subamostra de países com níveis de acesso à eletricidade urbana próximo a 100% é muito menor do que a subamostra de países com níveis de acesso à eletricidade urbana próximo ou baixo de 60%, estas razões reportadas podem nos levar a interpretar a explicação do menor R-quadrado obtido na primeira parte do modelo de duas partes. Portanto, os países com níveis de acesso à eletricidade urbana próximo a 100% são poucos (maioritariamente os países pertencentes a África Setentrional).

Por último, os resultados da estimação, usando o modelo de regressão fracionada da tabela 12, são relatados. Em geral, a nossa análise centra-se nos modelos estimados, na componente de uma parte, o modelo *Logit* e *Cloglog* e, no modelo de duas partes, na primeira parte, o *Loglog* e na segunda parte é o *Loglog* e o *Cloglog*. Os resultados sugerem que do conjunto das variáveis explicativas, as cinco variáveis são significativos em 1% paralelamente, mas quatro dessas variáveis exercem um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade rural. A exceção, efeito positivo, prevaleceu na população com 65 anos ou mais.

A análise dos resultados do coeficiente de determinação do R-quadrado foi relativamente a mesma, verificou-se uma consistência existente, ou seja, percebe-se que existe uma variância maior, entre os modelos de uma parte (0,3298 e 0,3379), em *Logit* e *Cloglog*, respetivamente, no modelo de uma parte e, a segunda parte de modelos de duas partes (0,3378 e 0,3598), em *Loglog* e *Cloglog*, respetivamente. Entretanto, a primeira parte do modelo de duas partes as estimativas evidenciam (menor R-quadrado), situação suficiente para entender a sua inconsistência e, um poder explicativo baixíssimo para

avaliar o acesso à eletricidade rural. O restante da análise do (menor R<sup>2</sup>) é precedente às conclusões interpretadas anteriormente.

### Média Amostral de Efeitos Parciais (MAEP)

As tabelas 13, 14 e 15 mostram os efeitos parciais médios que indicam a variação do acesso à eletricidade total, urbano e rural, em média, quando cada variável dependente é alterada em 1 unidade, considerando as variáveis transformadas em forma de logaritmos naturais, tal alteração será avaliada em 1%. Além disso, apresentam os cálculos para os modelos fracionários de uma e duas partes, respectivamente.

	Modelo de uma parte		Modelo em duas partes			
	Logit	Cloglog	Cloglog (1ª componente)			
			Logit	Probit	Loglog	Cloglog
<i>LPDT</i>	-0.080234	-0.074085	-0.00232	-0.00233	-0.00223	-0.002386
<i>LIDET</i>	-0.000978	0.000918	-0.00009	-0.00009	-0.00009	-0.000010
<i>LGDPDT</i>	-0.000285	0.000185	0.00002	0.00002	0.000002	0.00002
<i>LPAT</i>	-0.335618	0.310208	0.00920	0.000941	0.00089	0.000951
<i>LPT65+</i>	-0.434387	0.415908	0.013266	0.013353	0.01277	0.013655

Para a análise dos resultados da MAEP, as estimativas do *Cloglog* são consideradas para o modelo de uma parte e para a segunda parte do modelo de duas partes, por ser o mais adequado entre os testes de especificações que foram realizados. Na estimação acesso à eletricidade total, todas as variáveis são significativas a nível de 1% de significância. O *LPDT* tem um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade total, com um valor de 7,41% no modelo de uma parte e 2,39% no modelo de duas partes.

	Modelo de uma parte		Modelo em duas partes			
	Logit	Cloglog	Cloglog (1ª componente)			
			Logit	Probit	Loglog	Cloglog
<i>LPDU</i>	-3.51883	-3.055414	0.090975	0.08997	0.09115	0.08872
<i>LIDEU</i>	-0.03773	0.00234	-0.00248	-0.00247	-0.00248	-0.002463
<i>LGDPDU</i>	-0.053093	0.0355	0.000812	0.00081	-0.00081	0.000803
<i>LPAU</i>	-1.14668	-0.14096	-0.18739	-0.18709	-0.18654	-0.18688
<i>LPU65+</i>	1.72956	1.95753	1.815246	1.81355	1.80564	1.81291

Todas as outras variáveis de estudo consideradas têm um efeito positivo e aumentam o acesso à eletricidade total tanto no modelo de uma parte quanto no modelo de duas partes, com a exceção do *LIDET* no modelo *Cloglog* de duas partes na segunda parte. Por exemplo, o crescimento económico positivo aumenta o acesso à eletricidade total em 1,85% conforme sugere o modelo de uma parte e contribui para aproximar os países com acessibilidade baixa, com uma MAEP de 2%.

Relativamente às tabelas 14 e 15, as (MAEP) para as ambas, as estimativas do *Cloglog* são consideradas tanto para o modelo de uma parte quanto para a segunda parte do modelo de duas partes, uma vez que são as mais adequadas dentre os testes de especificações realizados. Vale ressaltar que, nas duas subamostras, as estimativas das variáveis de estudo são estatisticamente significativas entre 1% e 5%, e todas as variáveis são significativas simultaneamente nos modelos escolhidos e adequados. O *LPAU* tem um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade urbana, no entanto, o efeito parcial médio que lhe está associado é relativamente alto em todos os modelos, ascendendo a valores de 14,41% no modelo de uma parte e 18,69% no modelo de duas partes. A *LPU65+* tem um efeito positivo no acesso à eletricidade urbana, o efeito parcial médio desta variável é de aproximadamente 1.96 e 1.81 em todos os modelos adequados. Relativamente ao acesso à eletricidade rural, todas as variáveis de estudo têm um efeito negativo e diminuem o acesso à eletricidade rural nos modelos estimados e adequados, com exceção o *LP65+*. No entanto, o *LIDER* o efeito parcial médio que lhe está associado nos modelos, ascendem a valores de 2,54% no modelo de uma parte e 4,08% no modelo de duas partes. Por exemplo, as taxas de crescimento da população ativa 15–64 anos diminuem o acesso à eletricidade rural em 84,11% conforme sugerem o modelo *Cloglog* de uma parte e no modelo de duas partes na segunda parte, com uma MAEP de 6,51%.

**Tabela 15- % acesso à eletricidade rural: Média Amostral de Efeitos Parciais (APE)**

	Modelo de uma parte		Modelo em duas partes			
	Logit	Cloglog	Cloglog (1ª componente)			
			Logit	Probit	Loglog	Cloglog
<i>LPDR</i>	-2.79848	-2.87665	-0.04488	-0.041887	-0.041887	-0.04606
<i>LIDER</i>	-0.03816	-0.02554	-0.00436	-0.000434	-0.000434	-0.000408
<i>LG DPR</i>	-0.00396	-0.005478	0.000101	0.00096	0.000096	0.000102
<i>L PAR</i>	-1.30769	-0.840999	-0.063802	-0.060667	-0.060667	-0.065006
<i>LPR65+</i>	5.18472	4.660985	0.641895	0.641895	0.619562	0.644665

**Tabela 16- Síntese dos efeitos das variáveis sobre o acesso à eletricidade (total, urbana e rural)**

Variáveis explicativas		Modelo de uma parte				Segunda parte							
						1ª componente				2ª componente			
		Logit	Probit	LogLog	CLogLog	Lobit	Probit	LogLog	CLogLog	Logit	Probit	LogLog	CLogLog
Total	LPDT	-			-			-				-	-
	LIDET	+			+			+				+	+
	LGDPT	+			+			+				+	+
	LPAT 15-64 anos	+			+			+				+	+
	LPT65+	+			+			+				+	+
Urbana	LPDU	-			-			-				-	-
	LIDEU	+			+			+				+	+
	LGDPU	+			+			+				+	+
	LPAU 15-64 anos	-			-			-				-	-
	LPTU65+	+			+			+				+	+
Rural	LPDR	-			-			-				-	-
	LIDER	-			-			-				-	-
	LGDPR	-			-			+				+	+
	LPAR 15-64 anos	-			-			-				+	+
	LPR65+	+			+			+				+	+

Deste modo é possível constatar que as estimativas dos coeficientes das variáveis explanatórias dos modelos *Logit* e *Cloglog* são consideradas relevantes (significativas) para o modelo de uma parte. Por sua vez, na estimação da segunda parte, 1ª componente foi o modelo *LogLog* e na segunda componente os modelos *LogLog* e *ClogLog*, foram considerados os mais adequados entre os testes de especificações realizados.

As principais conclusões a reter:

- i. A variável LPDT tem um efeito negativo no acesso à eletricidade total, mas outras variáveis exercem um efeito positivo;
- ii. As variáveis LPDU e LPAU 15– 64 anos têm um efeito negativo sobre o acesso à eletricidade urbana, mas as outras três variáveis exercem um efeito positivo;

- iii. A variável LPR65+ tem um efeito positivo no acesso à eletricidade rural, mas as restantes variáveis exercem um efeito negativo no modelo de uma parte e no modelo de duas partes na primeira parte.

## 5. Discussão dos Resultados

Os determinantes selecionados nesta pesquisa confirmam o impacto diferencial na métrica da pobreza energética, urbana e rural no acesso à eletricidade nos países africanos selecionados. Os nossos resultados sustentam a premissa de que os *drivers* (população desempregada, o investimento direto estrangeiro, crescimento económico, população ativa dos 15– 64 anos e a população 65 anos ou mais) da pobreza energética em África, medida pelo acesso à eletricidade, deve ser analisada e avaliada, tendo em vista o efeito diferencial dos *drivers* urbanos e dos *drivers* rurais no acesso à eletricidade urbana e o acesso à eletricidade rural. Consequentemente, os países africanos selecionados devem se empenhar na melhoria das condições económicas e sociais de modo a fomentar o aumento do acesso à eletricidade, seja nas áreas urbanas ou rurais. Por exemplo, a população com 65 anos ou mais e o PIB per capita têm um efeito positivo. Isso sugere que aumentos constantes no crescimento económico podem impulsionar uma maior taxa de acesso à eletricidade combinado com o menor consumo de eletricidade por parte da população envelhecida. O crescimento económico negativo é normalmente associado a baixa taxa de acessibilidade elétrica. É questionável toda ação de melhoria de acesso à eletricidade de um país, sem que antes melhore a sua condição económica e social. Sem o desenvolvimento económico necessário, toda tentativa de aumentar as taxas de acesso à eletricidade carece de mais explicações. É claro que a relação positiva é bidirecional, ao melhorar o acesso à eletricidade isso pode influenciar o crescimento económico. (Opoku et al., 2021) asseveram que o crescimento económico influencia as taxas de acesso à eletricidade. No entanto, ao longo dos três modelos de regressões estimados, a população com 65 anos ou mais e o crescimento económico, mostraram ser, sempre, um dos fatores mais significativos a um nível de significância de 1%. Na mesma senda, segundo Zhang *et al.* (2019), a expansão do acesso à eletricidade está fortemente assegurada pelo crescimento económico, o que, por sua vez, resulta num aumento do bem-estar geral. Portanto, é importante salientar que a eletricidade tem um efeito positivo na qualidade de vida, saúde, educação, iluminação pública, habitação, serviços públicos gerais, tal como à atração de investimentos financeiros e redução do desemprego.

É crucial que os decisores políticos olhem para a população desempregada como uma prioridade. Os países de África, especialmente aqueles com elevadas taxas de

desemprego, as suas populações quer urbanas e rurais tendem a registar maiores taxas de inacessibilidade elétrica, que é um dos fatores mais significativos em todos os modelos na ligação do acesso à eletricidade total, urbana e rural. Esses resultados opõem-se aos postulados de (T. Zhang et al., 2019), tendo em conta que estes autores concluíram que a taxa de desemprego não influencia o acesso à eletricidade. Por outro lado, estudos mais atuais apontam que o rendimento baixo não é a principal causa da pobreza energética, mas sim o investimento financeiro e o fraco incentivo a investigação & desenvolvimento, ou seja, a falta de conhecimento (Pereira & Marques, 2023). Nossos resultados sustentam a premissa de que é pouco provável que o acesso à eletricidade, em níveis próximos a 100%, sejam atingidos num país com baixa taxa de emprego. A priorização do aumento da empregabilidade é coerente com a ideia de redução da pobreza tradicional e energética (Dinkelman, 2011). Dinkelman (2011) e Banerjee *et al.*, (2015), dão conta que nos países em desenvolvimento quanto mais for a eletrificação nas zonas rurais e periurbanas maior será o aumento potencial das suas rendas e consequentemente maior oportunidade de emprego. O que é recomendável como solução abrangente de alívio a pobreza energética em populações rurais é, a intervenção do governo com qualidade no setor energético, promovendo programas de bem-estar energéticos e sustentáveis, tal como: a tecnologia *off-grid* e, outras formas de ligação fora da rede. Esta intervenção, em particular, fomentaria o investimento em projetos de energia renovável de pequena dimensão e escala para as famílias mais pobres.

Os resultados revelam que, a população ativa urbana e rural entre os 15 e 64 anos, têm um efeito negativo no acesso à eletricidade urbana e rural, sendo significativos em 1% e 5%. As populações mais jovens urbanizadas e ruralizadas necessitam de um maior consumo de eletricidade para diversos fins, isso poderá requerer o surgimento e expansão de novas infraestruturas elétricas para produção e distribuição de eletricidade, como, por exemplo, nas residências domiciliares, serviços públicos e outros setores (Madlener & Sunak, 2011; Sheng *et al.*, 2017). Isso significa que os decisores políticos devem planear devidamente o crescimento urbano e rural, por ser indispensável no acesso à eletricidade. Com a evolução do tempo, a tecnologia *off-grid* e outras formas de ligação fora da rede, são sistemas autónomos que permite a ruralidade frequentemente obter o primeiro acesso à eletricidade (I.E.A, 2022). Com efeito, o investimento financeiro inicial no setor elétrico para as zonas rurais é crucial (Pereira & Marques, 2023).

Por fim, os nossos resultados revelaram que os decisores políticos devem observar o impacto das políticas gizadas em relação ao seu efeito diferencial. O investimento direto estrangeiro urbano tem um efeito positivo no acesso à eletricidade urbano, enquanto o investimento direto estrangeiro rural tem um efeito negativo no acesso à eletricidade

rural. Essa diferenciação pode ser explicada pelo facto de que fornecer eletricidade a zona urbana ser financeiramente mais viável, enquanto o investimento direto estrangeiro rural aumenta a necessidade de consumo e os custos de produção e distribuição de eletricidade nesta região. Por exemplo, os resultados sugerem que os IDE são significativos em 1%. Os resultados dos estudos realizados por D'Amelio *et al.* (2016) e Opoku *et al.* (20, 2021) mostraram que o IDE é um fator que contribui para a melhoria das taxas de acesso à eletricidade urbana. Muitas vezes, as contradições das políticas governamentais é que dificulta a captação de investimentos externos (Morrissey, 2017) e (Tehero, 2021).

## 6. Conclusões

Este estudo se concentrou em analisar e avaliar os impactos dos drivers na pobreza energética por meio do acesso à eletricidade, em África. Para tal foram selecionados 36 países (32 pertencem à África Subsariana e 4 à África Setentrional) no período de 2000 a 2020.

A pobreza energética foi mensurada pelo acesso à eletricidade medido em três modelos distintos, i) acesso à eletricidade total; ii) acesso à eletricidade urbana e, iii) acesso à eletricidade rural. Consideraremos a amostra total e duas subamostras na análise da pobreza energética, mensurada pelo acesso da população à eletricidade, tanto urbana quanto rural, de acordo com os dados coletados nos Indicadores de Desenvolvimento do Banco Mundial. Em termos de estudo empírico, para analisar a relação entre o acesso à eletricidade e os seguintes drivers população desempregada, investimento direto estrangeiro, crescimento económico, população ativa dos 15-64 anos e a população idosa com 65 anos ou mais, usamos modelos de regressões fracionárias (FRM).

Os nossos principais resultados sugerem que o crescimento económico e a população com 65 anos ou mais têm um efeito positivo no acesso à eletricidade. Mais importante, as populações desempregadas em todos os modelos estimados têm um efeito negativo na acessibilidade elétrica e, o investimento direto estrangeiro urbano têm um efeito positivo, enquanto o investimento direto estrangeiro rural têm um efeito negativo no acesso à eletricidade. A população desempregada, o investimento direto estrangeiro e a população com 65 anos ou mais são os principais *drivers* da pobreza energética, mensurada através do acesso à eletricidade em África, tanto no modelo de uma parte *Logit*, quanto no *Cloglog* e, na segunda parte da primeira parte *Loglog* e na segunda parte *Loglog* e *Cloglog*, sendo os resultados mais robustos e consistentes.

Nas três diferentes equações, a variável população desempregada exerce um efeito negativo no acesso à eletricidade total, urbana e rural. De facto, os achados desse documento apontam que o desemprego é um fator crucial para aumentar a acessibilidade elétrica quer nas populações urbanizadas e populações ruralizadas.

Do ponto de vista político, a investigação sugere que os governos dos países africanos selecionados devem se adequar aos fatores-chave encontrados para alcançar uma solução para o acesso à eletrificação total, tanto urbana quanto rural. No entanto, é necessário que os governos atentem para: melhorar as condições económicas e sociais destacada nesse estudo. Também, é crucial priorizarem melhores políticas de empregabilidades, criar um bom ambiente de negócio para captação de IDE urbano,

prever o crescimento da densidade populacional urbano e rural e, conceder maiores investimentos na eletrificação rural. Para isso, é necessário analisar de forma holístico os desempenhos dos indicadores socioeconómicos. Todavia, população desempregada, investimento direto estrangeiro, crescimento económico, população ativa de 15–64 anos e população com 65 anos ou mais devem ser analisadas e avaliadas quanto à sua eficiência e comportamento nos meios urbanos e rurais.

A pesquisa revela limitações, pelo facto de considerar somente a amostra de África com 36 países e incluir apenas 4 países da chamada África Setentrional e 32 países da África SSA não permitiu estimar as relações propostas no estudo para as duas amostras representativas desses dois grupos de países para sustentar a comparabilidade ou não da inferência conclusiva deste estudo. Por outro lado, este estudo indica como propostas de investigações futuras: 1.º – “Determinar o efeito diferencial da pobreza energética em África: selecionando as cinco grandes regiões deste continente”. Assim, essa separação representativa poderá sustentar a comparabilidades entre as regiões. 2.º – “Analisar o efeito diferencial dos determinantes da pobreza energética em África: selecionando os países insulares destas regiões”. Isso permitirá descobrir se o efeito diferencial da pobreza energética é homogénea ou heterogénea no tempo e espaço.

## Referências bibliográficas

- Aristondo, O., & Onaindia, E. (2018). Inequality of energy poverty between groups in Spain. *Energy*, 153, 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.029>
- Boardman, B. (1991). *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth*. London: Belhaven Press, ISBN 1852931396, 9781852931391
- Banerjee, S.G., Barnes, G., et al. (2015). Power for All: Electricity Access Challenge in India. *Estudos Do Banco Mundial. Banco Mundial, Washington DC*.
- Barnes, D. F., Khandker, S. R., & Samad, H. A. (2011). Energy poverty in rural Bangladesh. *Energy Policy*, 39(2), 894–904. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.014>
- D'Amelio, M., Garrone, P., & Piscitello, L. (2016). Can Multinational Enterprises Light up Developing Countries?: Evidences from the Access to Electricity in sub-Saharan Africa. *World Development*, 88, 12–32. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.06.018>
- Dinkelman, T. (2011). “The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa.” *The American Economic Review*, 101(7): 3078-3108. <http://www.jstor.org/stable/4140871>
- Dogan, E., Madaleno, M., & Taskin, D. (2021). Which households are more energy vulnerable? Energy poverty and financial inclusion in Turkey. *Energy Economics*, 99, 105306. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105306>
- Energy, I. P. A. (2003). *Can the Poor Pay for Power? The Affordability of Electricity in Southeast Europe*. Energy, I. P. A. (2003). Can the Poor Pay for Powe.
- Fabbri, K., & Gaspari, J. (2021). Mapping the energy poverty: A case study based on the energy performance certificates in the city of Bologna. *Energy and Buildings*, 234, 110718. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110718>
- Farrell, L., & Fry, J. M. (2021). Australia’s gambling epidemic and energy poverty. *Energy Economics*, 97, 105218. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105218>
- González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>
- Halkos GE; Gkampoura E-C. (2021). Coping with energy poverty: measurements; and solutions. *Energies*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en14102807>
- Healy, J. D., & Clinch, J. P. (2004). 04/02182 Quantifying the severity of fuel poverty, its relationship with poor housing and reasons for non-investment in energy-saving measures in Ireland. *Fuel and Energy Abstracts*, 45(4), 299. [https://doi.org/10.1016/S0140-6701\(04\)94769-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6701(04)94769-8)
- Heindl, P. (2015). Measuring Fuel Poverty: General Considerations and Application to German Household Data. *FinanzArchiv / Public Finance Analysis*, 71(2), 178–215.
- Hills, J. (2012). *Getting the measure of fuel poverty Final Report of the Fuel Poverty Review*.

- Imbert, I., Nogues, P., & Sevenet, M. (2016). Same but different: On the applicability of fuel poverty indicators across countries - Insights from France. *Energy Research and Social Science*, 15, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.002>
- 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/)
- Isaacman, S., Becker, R., Caceres, R., Kobourov, S., Martonosi, M., Rowland, J., & Varshavsky, A. (2011). Ranges of human mobility in Los Angeles and New York. *2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PERCOM Workshops 2011*, 88–93. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2011.5766977>
- Kiely, B. E., Alam, M., Blinman, P., Tattersall, M. H. N., & Stockler, M. R. (2012). Estimating typical, best-case and worst-case life expectancy scenarios for patients starting chemotherapy for advanced non-small-cell lung cancer: A systematic review of contemporary randomized trials. *Lung Cancer*, 77(3), 537–544. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2012.04.017>
- Koutoulaki, A. (2017). The ITk Strip Tracker for the phase-II upgrade of the ATLAS detector of the HL-LHC. *Journal of Instrumentation*, 12(4). <https://doi.org/10.1088/1748-0221/12/04/C04022>
- Labandeira, X., & Linares, P. (2014). *Pobreza Energética en España: Análisis Económico y Propuestas de Actuación*. *Economics for Energy*, Vigo.
- Liddell, C., Morris, C., McKenzie, S. J. P., & Rae, G. (2012). Measuring and monitoring fuel poverty in the UK: National and regional perspectives. *Energy Policy*, 49, 27–32. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.029>
- Madlener, R., & Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustainable Cities and Society*, 1(1), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2010.08.006>
- Maryon-Davis, A. (2014). *Definição de Pobreza energética*, index on Censorship, 43(1), 14-20
- Moore, R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*, 49, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057>
- Morrissey, J. (2017). *The Energy Challenge in Sub-Saharan Africa: A Guide for Advocates and Policy Makers. Part 2: Addressing Energy Poverty*. <https://www.oxfamamerica.org/static/media/files/ox>.
- Murshed, M., & Ozturk, I. (2023). Rethinking energy poverty reduction through improving electricity accessibility: A regional analysis on selected African nations. *Energy*, 267(December 2022), 126547. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126547>
- Nanka-Bruce, O. (2008). *THE SOCIOECONOMIC DRIVERS OF RURAL ELECTRIFICATION IN SUB-SAHARA*. *The Journal of Energy and Development*, 33(2), 215-247. <http://www.jstor.org/stable/24812978>
- Nussbaumer, P., Bazilian, M., & Modi, V. (2012). Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 231–243.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150>

- Okushima, S. (2017). Gauging energy poverty: A multidimensional approach. *Energy*, 137, 1159–1166. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.137>
- Opoku, E. E. O., Kufuor, N. K., & Manu, S. A. (2021). Gender, electricity access, renewable energy consumption and energy efficiency. *Technological Forecasting and Social Change*, 173(July), 121121. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121121>
- Papke, L. E. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (k) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 619–632. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199611\)11:6<619::AID-JAE418>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199611)11:6<619::AID-JAE418>3.0.CO;2-1)
- Pereira, D. S., & Marques, A. C. (2023). How do energy forms impact energy poverty? An analysis of European degrees of urbanisation. *Energy Policy*, 173(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113346>
- Poloamina, I.D. e Umoh, U. C. (2013). Os determinantes do acesso à eletricidade na África Subsaariana. *A Econometria Empírica e as Cartas da Economia Quantitativa*, 2, 65-74.
- Ramalho, E. A., Ramalho, J. J. S., & Henriques, P. D. (2010). Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. *Journal of Productivity Analysis*, 34(3), 239–255. <https://doi.org/10.1007/s11123-010-0184-0>
- Ramalho, E. A., Ramalho, J. J. S., & Murteira, J. M. R. (2014). A generalized goodness-of-functional form test for binary and fractional regression models. *Manchester School*, 82(4), 488–507. <https://doi.org/10.1111/manc.12032>
- Riva, F., Ahlborg, H., Hartvigsson, E., Pachauri, S., & Colombo, E. (2018). Electricity access and rural development: Review of complex socio-economic dynamics and causal diagrams for more appropriate energy modelling. *Energy for Sustainable Development*, 43, 203–223. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.02.003>
- Roberts, D., Vera-Toscano, E., & Phimister, E. (2015). Fuel poverty in the UK: Is there a difference between rural and urban areas? *Energy Policy*, 87, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.034>
- Sareen, S., Thomson, H., Tirado Herrero, S., Gouveia, J. P., Lippert, I., & Lis, A. (2020). European energy poverty metrics: Scales, prospects and limits. *Global Transitions*, 2, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.01.003>
- Sarkodie, S. A., & Adams, S. (2020). Electricity access, human development index, governance and income inequality in Sub-Saharan Africa. *Energy Reports*, 6, 455–466. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.02.009>
- Sheng, P., He, Y., & Guo, X. (2017). The impact of urbanization on energy consumption and efficiency. *Energy and Environment*, 28(7), 673–686. <https://doi.org/10.1177/0958305X17723893>
- Sovacool, B. K., Cooper, C., Bazilian, M., Johnson, K., Zoppo, D., Clarke, S., Eidsness, J., Crafton, M., Velumail, T., & Raza, H. A. (2012). What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty. *Energy Policy*, 42, 715–719. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.007>

- Sovacool, B. K., & Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 36(8), 5343–5355. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
- Sovacool, B. K., Mukherjee, I., Drupady, I. M., & D’Agostino, A. L. (2011). Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries. *Energy*, 36(10), 5846–5853. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.08.040>
- Tehero, R. (2021). Determinants of the Access to Electricity: The Case of West African Power Pool Countries. *OALib*, 08(04), 1–23. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107223>
- Wang, K., Wang, Y. X., Li, K., & Wei, Y. M. (2015). Energy poverty in China: An index based comprehensive evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 308–323. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.041>
- Winkler, H., Simões, A. F., Rovere, E. L. la, Alam, M., Rahman, A., & Mwakasonda, S. (2011). Access and Affordability of Electricity in Developing Countries. *World Development*, 39(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.02.021>
- worldbank.org. (2022). *World Bank Development Indicators*. <http://data.worldbank.org>
- Zhang, D., Li, J., & Han, P. (2019). A multidimensional measure of energy poverty in China and its impacts on health: An empirical study based on the China family panel studies. *Energy Policy*, 131(December 2018), 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.04.037>
- Zhang, T., Shi, X., Zhang, D., & Xiao, J. (2019). Socio-economic development and electricity access in developing economies: A long-run model averaging approach. *Energy Policy*, 132(May), 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.031>