

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**IDH E CONSUMO ENERGÉTICO – ESTUDO DE COMO O CONSUMO
ELÉTRICO IMPACTA O DESENVOLVIMENTO HUMANO.**

Aluno: Pedro De Biase Sawczuk

Matrícula: 1410776

Orientadora: Prof.^a Doutora Amanda Motta Schutze

28/11/2019

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

IDH E CONSUMO ENERGÉTICO – ESTUDO DE COMO O CONSUMO
ELÉTRICO IMPACTA O DESENVOLVIMENTO HUMANO.

Aluno: Pedro De Biase Sawczuk

Matrícula: 1410776

Orientadora: Prof.^a Doutora Amanda Motta Schutze

28/11/2019

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

Agradecimentos.

Agradeço a minha orientadora, Prof.^a Doutora Amanda Motta Schutze, por ter acreditado em mim, e me guiado ao longo do trabalho.

Agradeço aos meus pais, meu irmão e meu avô por terem possibilitado a minha formação.

Agradeço a minha namorada pelo apoio.

Por fim, agradeço aos amigos que fiz no curso, os quais pretendo levar para o resto da vida.

Sumário

1. Introdução e contextualização	6
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1) Relação entre Consumo de Energia e PIB	13
2.2) Relação entre Consumo de Energia elétrica e IDH	14
3. IDH e Consumo de Energia elétrica.	18
3.1– Cálculo das Variáveis	18
3.1.1– Cálculo do IDH.	18
3.1.2– Consumo de Energia Elétrica Média.	19
3.2– Relação entre IDH e Consumo de energia elétrica.	20
3.2.1) Aumento do consumo elétrico -> aumento do IDH.	21
3.2.2) Aumento do IDH -> Aumento do consumo elétrico	21
3.2.3) Consumo de energia elétrica < - > IDH.	22
4. Construção da Base de Dados	23
5. Regressão e Análise	24
6. Conclusões Finais	29
7. Bibliografia	30
Anexos	33

Índice de Gráficos:

Gráfico 1: Relationship to HDI and per Capita Energy use.

Gráfico 2: Relationship Between GDP and Energy Consumption.

Gráfico 3: Relationship Between HDI and Electricity Consumption per capita.

Gráfico 4: The United Nations Human development index and electricity use.

Gráfico 5: Gráfico da Regressão entre IDH e Consumo per capita.

Gráfico 6: Gráfico da Regressão entre IDH e Consumo per capita e Renda per capita.

Índice de Tabelas:

Tabela 1: Energy output through years.

Tabela 2: Estatísticas da regressão entre IDH e Consumo per capita.

Tabela 3: Estatísticas da regressão entre IDH, Consumo per capita e Renda per capita.

1. Introdução e Contextualização

Ao longo da história, o ser humano sempre buscou formas de utilizar as forças da natureza para moldar o universo ao seu redor e satisfazer as suas necessidades. Desde a descoberta do fogo até a invenção da eletricidade, o nosso desenvolvimento esteve atrelado às formas de energia que usamos. Essas são fundamentais para o funcionamento e desenvolvimento da sociedade, minando nossas angústias e potencializando nossos sonhos, ao transformar a nossa imaginação em realidade.

Uma sociedade precisa de energia para se desenvolver, e o desenvolvimento acarreta um aumento do consumo energético da população. A criação de hospitais, escolas e moradias, e a produção de bens de consumo são exemplos de atividades que só atingiram o patamar em que estão, graças à utilização de diversos tipos de energia combinados.

Com o passar dos anos, potencializamos os resultados de nossa produção utilizando energias mais potentes e de forma mais eficiente. Assim, cada vez mais, todo o nosso estilo de vida é dependente do uso da energia, como o exemplo do gráfico abaixo constata. A quantidade de cavalos de potência a que o homem tem acesso foi aumentando ao longo da história, se transformando em uma parte cada vez maior do que fazemos.

Na tabela abaixo, observa-se o desenvolvimento da força provinda das energias da natureza que o ser humano utiliza, medida em Cavalos de potência, ao longo dos anos.

Primer mover	Date	Output in horsepower (HP)
Man pushing a lever	3000 BC	0.05
Ox pulling a load	3000 BC	0.5
Water turbine	1000 BC	0.4
Vertical waterwheel	350 BC	3
Turret windmill	1600 AD	14
Savery's steam pump	1697 AD	1
Newcomen's steam engine	1712 AD	5.5
Watt's steam engine (land)	1800 AD	40
Steam engine (marine)	1837 AD	750
Steam engine (marine)	1843 AD	1,500
Water turbine	1854 AD	800
Steam engine (marine)	1900 AD	8,000
Steam engine (land)	1900 AD	12,000
Steam turbine	1906 AD	17,500
Steam turbine	1921 AD	40,000
Steam turbine	1943 AD	288,000
Coal-fired steam power plant	1973 AD	1,465,000
Nuclear power plant	1974 AD	1,520,000

Source: Cook, E, Man, Energy, Society, WH Freeman and Co, San Francisco, US (1976).

Tabela 1.: Retirada do Livro: Man, Energy, Society.

Além da intensificação do uso de novas fontes de energia, o ser humano vem elaborando jeitos de medir o seu bem-estar ao longo dos anos. Dentre os índices mais difundidos hoje em dia para analisar o desenvolvimento de uma determinada região está o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Ele é utilizado para classificar países, estados e regiões em uma medida que varia de zero a um. Quanto mais próximo de um, mais desenvolvido é determinado local. O índice foi elaborado em 1990 pelos economistas Amartya Sen e Mahbub ul Haq e desde 1993 é usado para medir o nível de desenvolvimento em diversos estudos ao redor do mundo.

Ao analisarmos sociedades menos desenvolvidas, percebemos um menor consumo de energia per capita, variando de localidades sem energia elétrica a locais onde o consumo é baixo. Enquanto que em países de primeiro mundo o consumo de energia per capita é exorbitante, englobando carros, celulares, aquecedores/ar condicionados, enfim: todos os luxos do mundo moderno que fazem a utilidade geral da população aumentar.

Consumir mais alimentos e ter mais computadores e celulares por habitantes são alguns dos múltiplos exemplos dessa correlação. Esse ponto em que o desenvolvimento da sociedade está relacionado com o aumento do consumo energético encontra respaldo em dados da vida real.

O gráfico abaixo reúne dados que mostram a correlação entre IDH e Consumo Energético ao redor do mundo, onde se pode observar uma correlação positiva entre

o eixo X, que mede o consumo total de energia per capita, e o eixo Y, que mede o IDH (HDI na sigla em inglês Human Development Index) do país, feito por Fiona Lambe utilizando dados da UNDP de 2004.

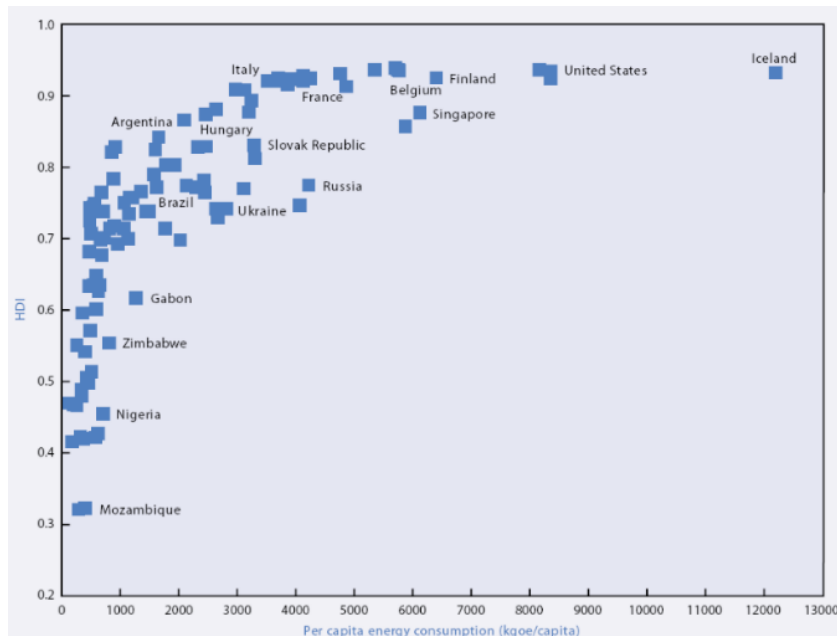


Tabela 1.1: Relationship to HDI and per Capita Energy use, adapted from UNDP, 2004 – Fiona Lambe. \$

Numa análise micro, buscando corroborar ainda mais a tese que IDH e Consumo elétrico estão relacionados, observamos resultados empíricos que uma das três determinantes do IDH, o Produto Interno Bruto (que é a soma do valor dos bens e serviços produzidos em determinado local) que compõe o IDH como PIB per capita, apresenta uma correlação significativa com o consumo de energia total (no qual o consumo elétrico é uma parte significativa).

Essa ligação é de certa forma intuitiva. Conforme um país vai enriquecendo, mais se produz e mais se consome – o que faz o consumo energético total aumentar. Também ocorre que grandes obras de infraestrutura, que aumentam e barateiam a disponibilidade de energia elétrica para a população, são tidas como fatores que induzem o crescimento econômico.

Essa correlação de fato ocorre e já foi exibida por pesquisadores ao redor do mundo. Dentre os resultados, temos o gráfico abaixo feito por David Bice, no qual o eixo Y mede o consumo de energia per capita por país e o eixo X mede o PIB per capita por país. O gráfico apresenta uma correlação positiva: países onde as pessoas consomem mais energia, apresentam um PIB per capita maior.

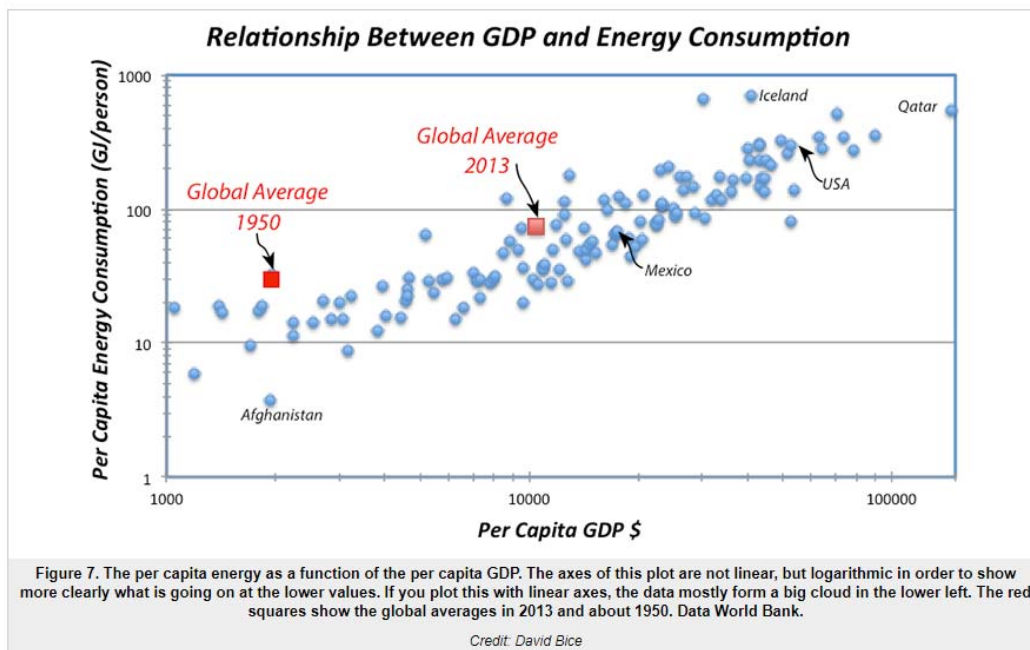


Tabela 1.2 :Elaborada por David Bice – Com dados do Data World Bank.

Além do consumo energético estar relacionado com o PIB, as outras duas determinantes do IDH – expectativa de vida ao nascer e anos médios de escola – também aparentam estar ligadas com o consumo de energia elétrica, uma vez que os fatores que possibilitam que a população estude e melhore sua saúde, dependem tanto do PIB quanto do consumo elétrico, para, por exemplo, manter escolas, hospitais etc.

Um dos estudos que exemplifica isso está representado na tabela abaixo, feito pelo Center for Global Development, utilizando dados do United Nations Development Programme, Human Development Index (2013) e do World Bank, World Development Index (2013). Nele o eixo Y mede o IDH dos países enquanto o eixo X mede o consumo de eletricidade per capita dos países.

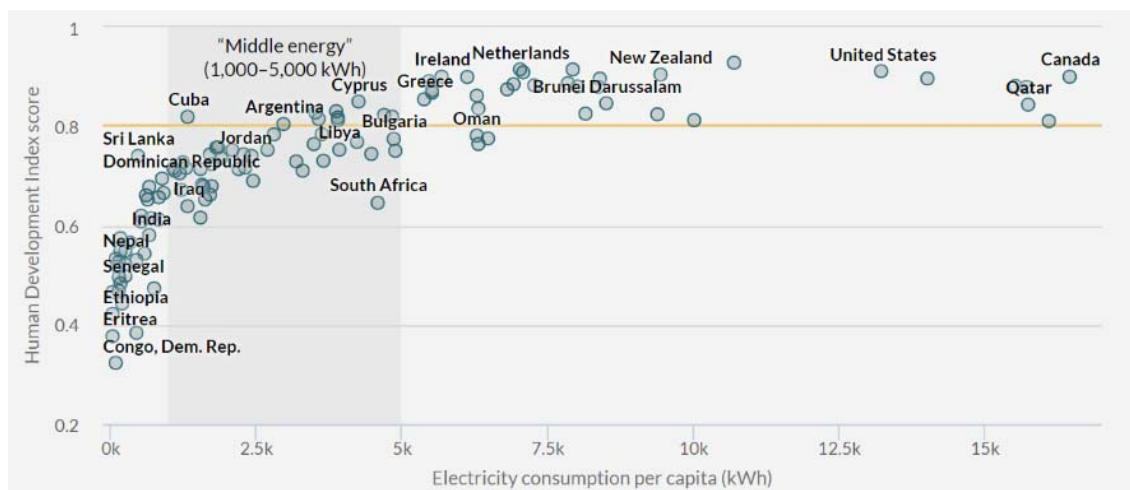


Tabela 1.3 – Fonte: UNDP Human Development Index (2013); World Bank, World Development Index (2013). Elaboração: Center for Global Development. \$

Em um gráfico semelhante, “The United Nations Human Development Index and electricity Use”, também Elaborado pelo Center for Global Development, o eixo Y corresponde a IDH e o eixo X nos informa o uso per capita de eletricidade de cada país. Como a narrativa sugere, os países mais desenvolvidos apresentam tanto um IDH quanto um consumo energético maior, enquanto países menos desenvolvidos economicamente apresentam menores consumo e nível de desenvolvimento.

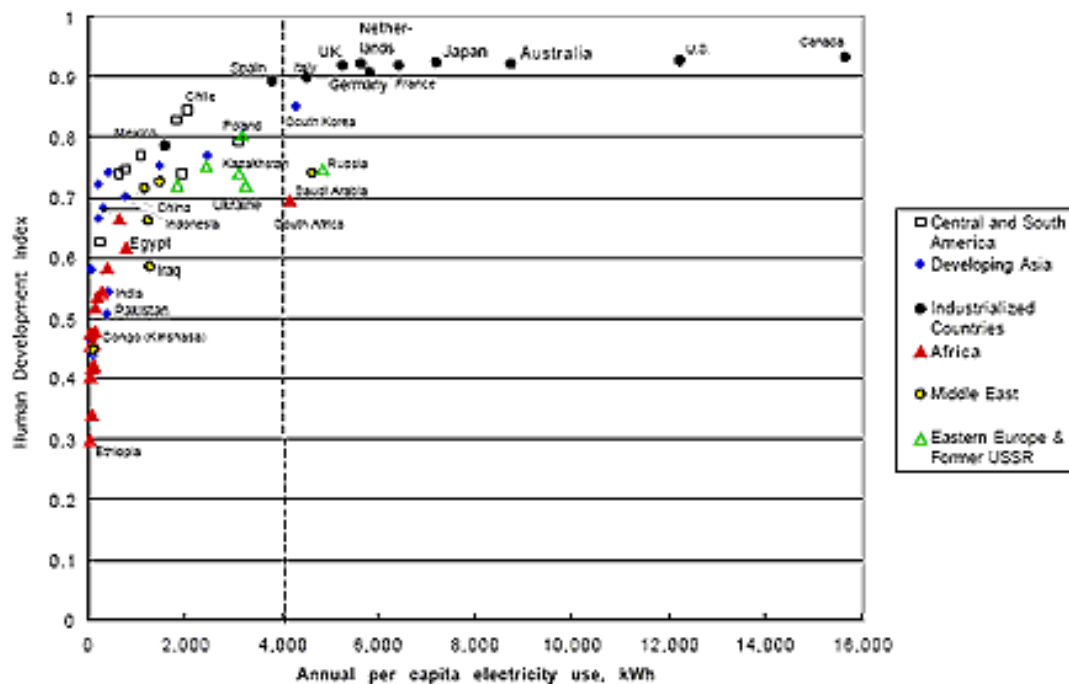


Figure 1. The United Nations' Human Development Index and electricity use. 60 Countries, 1991
 Sources: Human Development Report 1999, United Nations Development Programme, Table 1; International Net Electricity Consumption Information, Energy Information Administration, U.S. Department of Energy, <<http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table62.xls>>; International Data Base, U.S. Bureau of the Census, <<http://www.census.gov/irc/www/ird/print.html>>

Tabela 1.4 – Dados: “Human Development Report 1999” e “Energy Information Administration U.S. Department of Energy”. Elaboração: Center for Global Development

O abastecimento de escolas e hospitais são apenas algumas das finalidades de uma infinidade de aplicações que a energia elétrica encontra na sociedade atual. Ela é a forma de energia mais amplamente consumida. Enquanto a energia animal, a combustão transformada em vapor e o petróleo tiveram seu protagonismo no passado, a eletricidade o tem no presente. Essa abastece desde nossos celulares, possibilitando que o mundo todo esteja conectado via internet, até indústrias inteiras, permitindo o padrão de consumo da sociedade em que vivemos.

Por ser uma parte fundamental da nossa civilização atualmente, podemos pensar na energia elétrica como um dos pilares sustenta a humanidade hoje em dia. Conforme regiões se desenvolvem, elas expandem sua capacidade energética, assim como a expansão da capacidade energética potencializa a atividade humana, induzindo o nosso desenvolvimento, em uma ideia equivalente explicitada acima com a relação PIB x consumo energético.

Esse processo tende a ser particularmente verdadeiro para países em desenvolvimento. A eletricidade pode ser vista como um bem de consumo, e sua função marginal de utilidade, assim como a maioria dos produtos, é decrescente. Em um país como a Noruega, onde as pessoas tem uma grande oferta de energia ao seu dispor, já abastecendo casas, hospitais, celulares, dentre outros, o aumento do consumo gera um aumento na utilidade bem menor do que em uma pequena vila de Moçambique sem acesso à luz, que ao ganhar um gerador vê um aumento sem precedentes no desenvolvimento e na qualidade de vida dos seus habitantes.

Com a ideia de que lugares menos abastados são os que mais precisam de energia e onde a implementação da energia elétrica é mais impactante, um estudo mais a fundo sobre a relação entre consumo energético e desenvolvimento humano poderia ajudar a tornar mais eficiente a tomada de decisões públicas e privadas de investimentos visando o melhor desenvolvimento possível dessas áreas.

Assim o presente trabalho busca confirmar e explicitar essa relação, através de uma análise entre o IDH e consumo elétrico per capita por estado brasileiro, ao longo do tempo. A partir dessa explicitação, a ideia seria ter um instrumento válido (a diferença no consumo energético per capita) para medir o desenvolvimento de determinada região de uma maneira mais prática e eficiente, e, a partir desse instrumento, analisar o nível de desenvolvimento que diversos projetos trazem para os estados brasileiros.

A variação do Índice de Desenvolvimento Humano é medida pelo IPEA (Instituto de pesquisa econômica aplicada) de 2012 a 2017, e separada por estados. O consumo de energia por estado é encontrado no Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2018, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O foco será uma análise descritiva da base de IDH e consumo per capita por estado, ao longo do tempo, analisando sua relação a partir de uma regressão entre essas duas variáveis, controlando para demais fatores, caso necessário, além de análises dos gráficos obtidos a partir dessas bases.

2. Revisão bibliográfica

O trabalho busca explorar a relação entre IDH e consumo de energia elétrica, para tal a revisão bibliográfica tem como foco apresentar temas relacionados que já foram estudados por outros pesquisadores em diversos países, buscando dessa forma comprovar o que foi dito na introdução e pavimentar o caminho para o resto do trabalho.

Primeiramente, gostaria de salientar a relação entre o IDH e o PIB, assunto que se relaciona com o tema principal, pois o PIB per capita é uma das variáveis presentes na medição do IDH.

Depois apresentar estudos ligados mais diretamente ao conteúdo da monografia, que envolve trabalhos já feitos estudando os impactos do consumo de energia no geral e de energia elétrica em relação ao IDH.

E, com uma base ampla de análises já feitas sobre essas variáveis e o IDH, espero ambientar os leitores sobre o que já ocorreu e justificar a importância desse tema e do meu trabalho para a sociedade em que vivemos.

2.1) Relação entre Consumo de Energia x GDP

A relação entre o crescimento do PIB per capita e o consumo de energia já foi estudada por diversos pesquisadores e apresentou uma causalidade comprovada entre esses dois assuntos na maioria dos casos. Como o Produto Interno Bruto per capita é uma das variáveis utilizadas para medir o IDH, a existência de um impacto do consumo energético em relação ao PIB é um bom indicador de uma correlação entre o consumo de energia elétrica e o IDH.

Dentre os exemplos que podem ser citados está o paper dos autores de B.S. Warr e R. U. Ayres, 2010; no qual os autores mostram a relação entre energia e o PIB nos Estados Unidos, dos anos 1946 até os anos 2000. Também há outros exemplos, como o trabalho feito pelos autores Pallab Mozumder e Achla Marathe, que mostra uma causalidade em relação ao consumo elétrico per capita e o PIB per capita em Bangladesh.

Soma-se a esses, o paper do autor John Asafu, no qual uma correlação positiva entre consumo de energia e renda foi encontrada em diversos países como: Índia, Indonésia, Tailândia e Filipinas.

Também há estudos sobre a relação PIB x Consumo de energia na América Latina, em países da África subsaariana, na Coreia do sul e no Paquistão, dentre outros. As relações explicitadas para a América Latina podem ser externadas em certa medida para o Brasil devido às semelhanças geográfica e econômica entre o nosso país e os países Latino-americanos.

Na maioria das pesquisas, uma causalidade no sentido Crescimento do PIB -> Aumento do consumo de energia é observada. Porém, em algumas das pesquisas, como a de John Asafu, uma correlação de bi-causalidade também pode ser encontrada.

Com esse assunto de que o aumento na renda per capita gera aumento no consumo de energia já evidenciado, é natural indagar como o aumento do consumo de energia elétrica poderia impactar outras variáveis econômicas, inclusive variáveis que dependem da renda, como, por exemplo, o IDH.

Apesar de não ser um assunto tão corriqueiro, existem algumas pesquisas que estudam como se dá essa relação e algumas que analisam mais especificamente a relação entre IDH e o consumo de energia elétrica, tema de discussão desse trabalho.

2.2) Relação Consumo de Energia elétrica x IDH

Dentre os estudos já feitos, diferentes hipóteses em diversas regiões foram testadas, e, apesar de alguns resultados controversos, a maioria aponta para uma causalidade positiva entre consumo energético e desenvolvimento do IDH, principalmente em países menos desenvolvidos. A tese apresentada na maioria desses trabalhos é de que quando um país apresenta um consumo de energia elétrica muito baixo, aumentos dessa capacidade tem grandes impactos em serviços, bens e atividades que aumentam significativamente o bem-estar da população local.

Corroborando essa ideia, o estudo da autora Nadia S. Ouedraogo usa o consumo de energia e de eletricidade como uma proxy para medir o IDH, incluindo o preço da

energia como uma variável adicional. A pesquisa foi feita em 15 países em um período de 20 anos (de 1988 a 2008). A longo prazo, o efeito encontrado foi de que um aumento da energia elétrica está correlacionado com o aumento do IDH.

A ideia é de que o acesso à energia é fundamentalmente interligado à melhoria do bem-estar e do desenvolvimento humano. Este é uma parte importante para o aprimoramento das sociedades, já que impacta diretamente a produtividade, a saúde, a educação e a comunicação (fatores que estão ligados ao IDH). Ainda pensando na atual crise ambiental em que o nosso planeta está, uma mudança para maior consumo de energias renováveis deve ocorrer ao longo do tempo. Assim, melhores serviços, maior acesso a esse tipo de energia e um acesso mais igual e disseminado, levariam a um maior desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Porém, a longo prazo, os autores afirmam que a falta de acesso à energia diminui, no longo prazo, o desenvolvimento humano. A ideia é de que variações no período não fazem muita diferença, mas a falta de acesso à energia faz. Dessa forma, o link entre essas duas variáveis é importante, pois implica em diversas ações que os políticos e agentes econômicos da sociedade podem fazer de uma forma mais eficiente. A contribuição desse paper segundo os autores é: “determinar a relação no longo prazo entre consumo de energia e IDH, com o objetivo dos fazedores de políticas no futuro tomarem melhores decisões para a sociedade.”

A autora diz ainda que o consumo de energia é fundamental para o desenvolvimento da nossa sociedade ao longo da história, mas mudanças em países desenvolvidos, como um desenvolvimento sustentável e eficiência energética, fizeram essa relação não se tornar mandatória nos últimos anos. Porém, em países em desenvolvimento, há uma forte relação entre o aumento do consumo de energia e o desenvolvimento econômico.

Nadia S. Ouedraogo ainda cita um paper de Allan Mazur, que corrobora a hipótese de que a correlação entre IDH e Consumo de Eletricidade é mais forte em países em desenvolvimento do que em países desenvolvidos.

No trabalho de Alla Mazur, também está evidenciado que o consumo de eletricidade foi essencial para pessoas melhorarem seu bem-estar em países menos desenvolvidos (como por exemplo China e Índia), enquanto em países já desenvolvidos, o aumento do consumo de eletricidade, tem pouca relação com o aumento do bem-estar.

Adicionalmente a esses, ainda temos um paper, dos autores Daniel M. Martínez e Ben W. Ebenhack, discutindo como o Consumo de Energia e o IDH se relacionam em países com diferentes rendas per capita. Neste, os autores encontraram uma forte relação entre o IDH e o Consumo Energético para a maioria das 120 nações estudadas.

Além disso os autores apresentaram outros insights a partir do trabalho: uma correlação forte e positiva entre IDH e Consumo de Energia para países com pouca disponibilidade de energia (de terceiro mundo), uma correlação mais fraca em países que estão mais desenvolvidos, e nenhuma correlação em nações desenvolvidas. O que compactua novamente com a ideia de que a correlação entre aumento do Consumo Energético aumenta numa maior proporção o IDH de um país quanto menos desenvolvido ele for.

Outro paper, dos autores Andrés F. León Estebana et al e outro dos autores Makoto Kanagawa e Toshihiko Nakata, analisado nessa revisão bibliográfica estuda a relação entre consumo de energia elétrica e o desenvolvimento humano em áreas rurais. Como a hipótese a ser defendida é de que em locais menos desenvolvidos haveria uma significativa correlação entre o aumento do Consumo de Eletricidade e o aumento no IDH, verifica-se que uma forte causalidade entre as variáveis foi encontrada em ambos os estudos.

Em um estudo mais qualitativo, os autores Alex Zahnd e Haddix McKay Kimber demonstraram que o acesso à energia elétrica provendo uma boa luz em locais antes mal iluminados, pode trazer uma melhora em saúde, educação, além de benefícios sociais e econômicos para pessoas com condições anteriormente mais precárias.

Assim como os textos citados acima, este trabalho, busca fazer uma contribuição para o debate sobre o Consumo de Energia Elétrica e IDH, ao analisar essa relação e entendendo como funciona o mecanismo de aumento de Consumo Elétrico e o aumento do IDH e vice-versa.

Além disso, com o melhor entendimento desse mecanismo, “policy makers” podem prever e planejar melhor o futuro, trazendo medidas mais efetivas para o desenvolvimento. Ademais o uso do IDH como variável na pesquisa, permite estudar não só impacto do Consumo elétrico na renda, mas também em outros indicadores do bem-estar social, como apresentado acima.

Segundo Nadia S. Ouedraogo “O estudo da relação entre Consumo de energia e IDH, pode ajudar a emanar luz no papel que a energia tem no bem-estar humano e desenvolvimento sustentável. Como a relação entre energia-PIB é importante para fazer políticas, também o é a relação Energia-IDH para promover políticas de energia sustentável que impulsionem o desenvolvimento humano”.

Finalmente, como podemos observar, apesar da quantidade não tão grande de trabalhos existentes, há material suficiente para mostrar a importância do tema e para apontar para uma relação positiva entre consumo de energia elétrica e IDH, principalmente para países em desenvolvimento (como é o caso do Brasil), além de diversos estudos afirmarem que entender melhor essa relação pode ser útil para melhorar o desenvolvimento humano nas regiões onde mais se precisa.

3. IDH e Consumo de Energia elétrica

3.1) Cálculo das Variáveis.

3.1.1) Cálculo do IDH

Ao longo da história, o ser humano vem inventando jeitos de medir seu bem-estar, dentre esses, um dos mais populares e difundidos hoje em dia é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Nele, diversas variáveis como PIB, expectativa de vida ao nascer e educação são computadas para medir a prosperidade e o bem-estar da população de um determinado local.

O IDH é um índice que combina: i) Expectativa de vida ao nascer, ii) Nível de educação e iii) Renda per capita. Neste, localidades são ranqueadas em notas de 0 a 1. Quanto mais anos as pessoas viverem, maior o nível de educação médio e mais rica for a população em média, mais perto de 1 o local estará. O índice passou a ser calculado a partir de 2010 por uma fórmula envolvendo essas três esferas, a fórmula exata com que o índice é calculado é explicitada como:

$$\text{IDH} = \sqrt[3]{(\text{LEI} \cdot \text{EI} \cdot \text{II})}$$

Aonde os termos da equação são calculados da seguinte maneira:

i) Life Expectancy at Birth: $(\text{LEI}) = \frac{\text{LE}-20}{(85-20)}$.

Onde o máximo, seria uma expectativa de vida média de 85 anos, resultando em um LEI de 1. Enquanto o mínimo, uma média de 20 anos, representa um LEI de 0. Para valores abaixo de 20 anos, o LEI continua sendo 0, não permitido números negativos.

ii) Education Index: $(EI) = \frac{MYSI+EYSI}{2}$

Mean years of schooling Index (MYSI) = $\frac{MYS}{15}$

MYS = quantos anos de estudos em média uma pessoa com 25 anos ou mais no país estudou. Calculado a partir do (*education attainment levels*, convertidos em anos de estudo). Com 15 anos de estudo na média, sendo o máximo projetado pelo índice até o ano de 2025.

Expected years of schooling Index (EYSI) = $\frac{(EYS)}{18}$

EYS = Média da expectativa de número de anos de estudo que uma criança terá ao nascer, onde 18 anos é o número de anos esperado para se concluir o mestrado em países desenvolvidos.

iii) Income Index (II) = $\frac{\ln(\text{GNIpc})-\ln(100)}{\ln(75000)-\ln(100)}$

No qual uma renda per capita (Gros National Income p.c.) de \$75.000 equivale a um II = 1. Enquanto que no outro extremo um GNIpc = \$100 equivale a um II de 0.

3.1.2) Consumo de Energia Elétrica média.

O cálculo de energia elétrica média, utilizado no escopo da teoria principal desse trabalho é bem mais simples de medir do que o IDH, seu cálculo é simplesmente a quantidade de gigawatts consumidos em determinado local dividido pelo número de habitantes que residem no estado.

No caso, a unidade de medida será GWh de consumo médio por dia por habitante. Essa medida é o número total de watts consumidos, em todas as classes por estado, dividido pelo número de habitantes do estado naquele período do tempo. A perspectiva de usar todas as classes de consumo (industrial, comercial, residencial...) ao invés de usar somente a residencial, é que apesar de não ser consumida diretamente pela população, o consumo pelas demais classes impactam outras melhorias na vida dos cidadãos do estado.

E o motivo de usar o número de habitantes por estado, para conseguir o consumo per capita, ao invés do número de consumidores é que muitas vezes uma mesma casa que poderia ser representada por um consumidor, abriga diversas pessoas onde todas estão consumindo energia de certa forma, além de outras formas de consumo público. Portanto o número total de habitantes representa de uma maneira mais verdadeira quantas pessoas estão consumindo a energia do estado do que o número de consumidores residenciais.

Para esse trabalho, serão usados os dados de energia elétrica consumida per capita, agrupados por estado brasileiro no período analisado. A conta seria equivalente ao consumo total do estado, dividido pelo número de habitantes do local na mesma data.

3.2) Relação entre IDH e Consumo de energia elétrica

Com o cálculo do IDH e do Consumo de energia elétrica explicitados, podemos começar a pensar os caminhos pelo qual o IDH pode impactar o Consumo Elétrico e vice-versa. Conforme uma região vai se desenvolvendo, seu consumo elétrico também cresce, e com a maior disponibilidade de energia elétrica na região, maior a chance das variáveis que impactam o IDH reagirem positivamente.

Dessa forma, uma análise mais detalhada dos possíveis mecanismos entre IDH e consumo de energia elétrica se torna necessária. Na próxima seção iremos revisar os três tipos de causalidade teórica que podem ocorrer entre esses dois indicadores.

3.2.1) Aumento do consumo elétrico -> aumento do IDH

Nesse caso, o mecanismo seria: conforme novos serviços dependentes da energia elétrica são disponibilizados para a população, ocorre o desenvolvimento de determinadas regiões e a melhoria na condição de vida dos habitantes locais.

Podemos pensar algumas “histórias” que demonstrem tal mecanismo. A criação de escolas, hospitais, dentre outros, acarreta um maior consumo de energia para a região, ao mesmo tempo que aumentam as variáveis do desenvolvimento humano, sendo observada nesses pontos uma causalidade positiva.

Por outro lado, o aumento no consumo de energia em outros casos, não parece estar relacionado com o IDH, então separar esses dois efeitos posteriormente nesse trabalho é de fundamental importância.

3.2.2) Aumento do IDH -> Aumento do consumo elétrico

O aumento do IDH advém do aumento de um, dois ou dos três fatores indicados acima: aumentos da expectativa de vida, dos anos estudados em média e da renda média per capita.

Nesses três exemplos, podemos imaginar narrativas e o caminho em que o aumento dessas variáveis (e conseqüentemente do IDH como um todo) leva ao aumento do Consumo de Energia Elétrica.

Nos três casos, a narrativa segue um modelo. Ela se baseia na ideia de que o aumento desses indicadores vem de uma melhora na vida das pessoas, e quando ocorre essa melhora, elas vivem mais, produzem e consomem mais e dependem de infraestrutura, o que teoricamente faria o consumo de energia elétrica aumentar. Alguns exemplos simples podem ajudar a explicar e complementar tal cenário.

- i) Aumento da expectativa de vida: quanto mais pessoas sobrevivem, maior a população do local e mais tempo elas passarão consumindo energia. Além de que o aumento de expectativa de vida está muito

relacionado com a qualidade e quantidade de hospitais/clínicas/postos de saúde, e todos precisam de energia para funcionar;

- ii) Aumento dos anos estudados: para estudar, as pessoas precisam de escolas, ir até ao local de estudo, ou consumir energia acessando a internet (dentre outros). Assim também se espera um impacto por esse mecanismo.
- iii) Aumento da renda média: normalmente o aumento da renda implica o aumento do consumo, e conseqüentemente o aumento do consumo de energia.

3.2.3) Consumo de energia elétrica < - > IDH

Mas a narrativa que parece mais plausível é a de que existe uma relação bi-causal entre as duas variáveis, onde uma representa e tem muito a dizer sobre a outra. Parece crível que ambos os mecanismos citados acima funcionam, ocorrem e se misturam na sociedade no dia a dia.

Tanto a ideia de que uma melhora na vida das pessoas faz aumentar o número de consumidores e o consumo por pessoa, quanto a de que uma maior disponibilização de energia elétrica leva a um maior desenvolvimento em determinadas regiões, parecem ser plausíveis.

Um dos pontos principais do trabalho não é entender como uma variável causa a outra, mas sim como ambas estão ligadas. E após o entendimento de como as duas se relacionam, usar a variação do Consumo Energético para analisar melhor o desenvolvimento do IDH por região, de uma maneira mais prática e direta.

4. Construção da Base de Dados.

Com o objetivo de investigar a relação entre o IDH e o Consumo Energético per capita, os bancos de dados que serviram como base para a regressão precisariam ter um número suficiente de observações, tanto do IDH quanto do Consumo Elétrico de uma região em um certo período de tempo.

A primeira base que mede o IDH, está disponível no site Atlas do desenvolvimento do Brasil, ela foi elaborada por uma parceria entre o PNUD (Programa da Nações Unidas para o Desenvolvimento), o IPEA e a Fundação João Pinheiro.

O estudo foi feito utilizando a PNAD do ano 2011 a 2015 e a Pnad contínua para os anos 2016 e 2017. A partir deles foram calculados os IDHM, que é o IDH por estado brasileiro, com observações feitas por unidade federativa, do ano 2012 ao ano 2017, apresentando assim o desenvolvimento do IDH por estado nesse período de tempo.

A segunda base de dados utilizada foi o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2018, feito pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em parceria com a Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica (COPAM), que é o resumo das informações apanhadas pela EPE ao longo do ano de 2018 e dos anos anteriores. No Anuário Estatístico de Energia Elétrica se encontram dados do Consumo de energia elétrica total, por estado brasileiro, entre os anos 2013 e 2017.

Dessa forma, temos observações de todos os estados, tanto do IDH quanto do Consumo elétrico, do período entre 2013 e 2017. Dessa forma é possível investigar a relação entre essas duas variáveis a partir dessas duas bases de dados. As medições são tidas como independentes ano a ano.

Além disso a base de dados do arquivo Atlas do desenvolvimento do Brasil, nos informa o número de habitantes em cada estado entre os anos 2013 e 2017, além da renda per capita por estado no mesmo período de tempo. Com essas informações foi possível montar a base de dados no final desse documento, a ser utilizada na regressão desse trabalho, envolvendo as variáveis de interesse IDH, Consumo per capita e Renda per capita, denominados ID, CP e RP no programa Stata, respectivamente.

5. Regressão e Análise

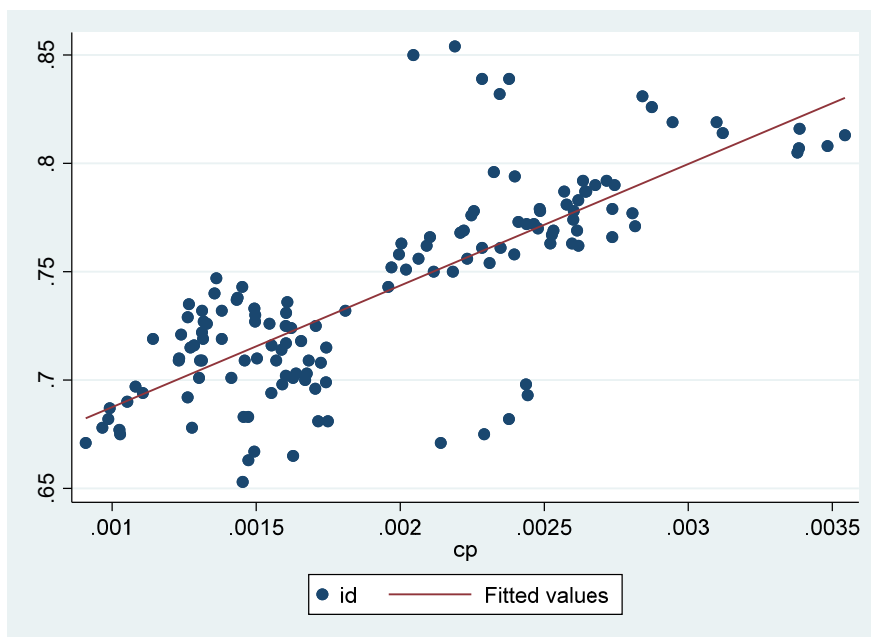
A equação pretendida é uma regressão linear, onde a variável dependente seria o IDH, enquanto que a variável independente seria o Consumo Per Capita de energia elétrica (referido como Consumo per capita ou CP). Porém uma correlação linear simples não é muito satisfatória, pois ela pode ter variáveis omitidas, fazendo com que os efeitos na mudança do IDH serem atribuídos ao Consumo per capita de energia, quando na verdade ele deveria ser atribuído a essa outra variável.

O eixo Y se refere ao nível do IDH por estado em determinado ano, enquanto que o eixo X se refere ao Consumo Per Capita por estado em determinado ano. A linha em vermelho são os valores previstos pelo modelo.

Uma Inspeção visual no gráfico e nas estatísticas da regressão linear simples entre Consumo Per capita e IDH apresenta alguns problemas, como alguns “outliers” e uma certa heteroscedasticidade no gráfico.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	140
Model	.171104812	1	.171104812	F(1, 138)	=	200.30
Residual	.117887854	138	.00085426	Prob > F	=	0.0000
Total	.288992666	139	.002079084	R-squared	=	0.5921
				Adj R-squared	=	0.5891
				Root MSE	=	.02923

id	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
cp	56.11444	3.964957	14.15	0.000	48.27452 63.95437
_cons	.6313662	.0081342	77.62	0.000	.6152824 .6474501



Visando corrigir esses erros, fazendo com que a equação atribuisse corretamente o efeito devido à variável X (CP), foi implementada uma variável de controle na regressão. Como eventuais “confounders” impactam tanto a variável dependente (IDH) quanto a independente (Consumo per capita), o controle deveria ser feito para algum efeito que impactasse tanto X quanto Y.

Dessa forma a variável de controle adicionada foi a renda per capita de cada estado brasileiro a cada ano, acompanhando as medidas de IDH e CP para aquele estado no mesmo ano. Conforme a renda per capita de uma região aumenta, principalmente em casos onde a renda da população é baixa, se espera um aumento no consumo de energia.

Por outro lado, a relação com o IDH é mais direta, pois a renda per capita é um dos determinantes do IDH. Dessa forma chegamos à equação derradeira relacionando o IDH com o Consumo Per Capita, aonde:

$$IDHi = \beta_1 * CPi + \beta_2 * RPi + C$$

IDHi = IDH do Estado.

CPI = Consumo de Eletricidade Per Capita por Estado, medido em GWh.

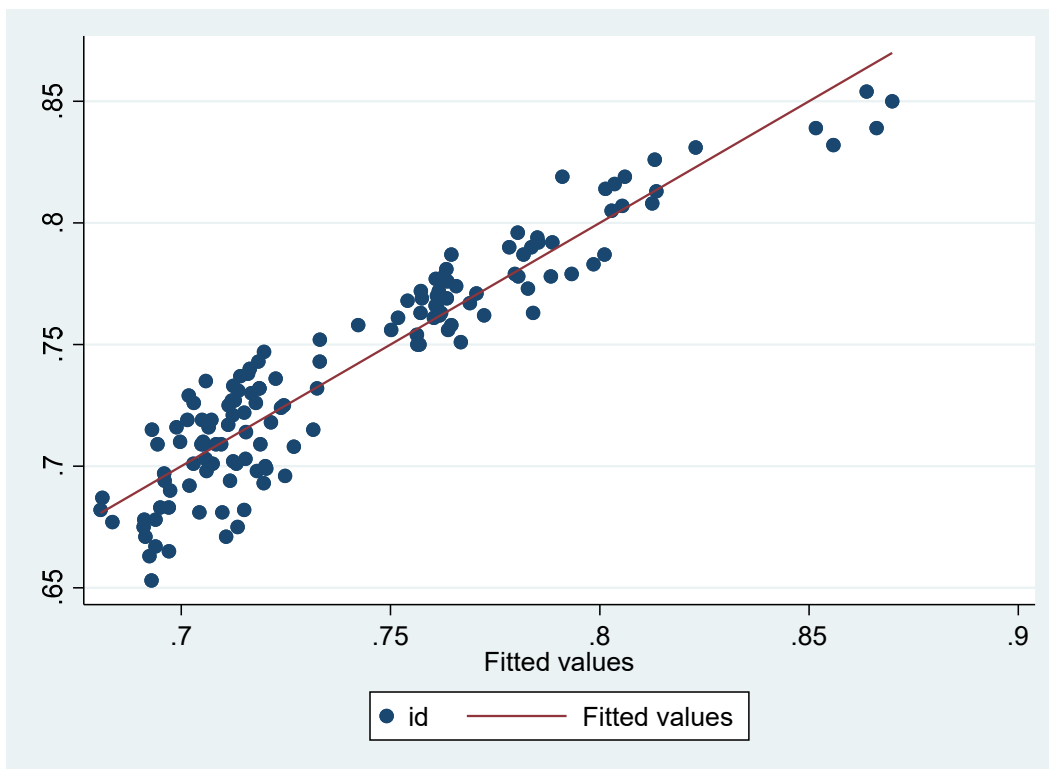
RP = Renda Per Capita média no estado, medida em R\$.

C = Uma constante gerada na regressão.

Ao rodar essa regressão no Stata, obtemos a seguinte tabela com as estatísticas e os gráficos relacionados:

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	140
Model	.254849622	2	.127424811	F(2, 137)	=	511.30
Residual	.034143045	137	.000249219	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8819
				Adj R-squared	=	0.8801
Total	.288992666	139	.002079084	Root MSE	=	.01579

id	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
cp	18.20585	2.977074	6.12	0.000	12.31889 24.09281
rp	.0001311	7.15e-06	18.33	0.000	.0001169 .0001452
_cons	.6123142	.0045148	135.62	0.000	.6033866 .6212419



A tabela com as estatísticas da regressão apresenta um “R-Squared” ou Coeficiente de determinação é quanto da variação de ID (IDH) é explicado pela regressão, dessa forma 88% da variação de IDH pode ser explicado pelas variáveis independentes CP (Consumo per capita) e RP (renda per capita).

No gráfico temos as Observações do IDH no eixo Y e os valores gerados do IDH pela combinação das observações, por estado por ano, das variáveis independentes (Consumo Per Capita e Renda Per Capita) mais a constante. A linha vermelha são os valores previstos pela equação gerada.

Vale ressaltar que o consumo per capita foi medido em GWh, o que representa medidas extremamente pequenas quando analisadas por pessoa. Dessa forma um coeficiente 18.02 para CP é plausível, pois o consumo de GWh por habitantes varia entre 0,001 e 0,0035 GWh.

Além disso, o coeficiente Prob > F gerado automaticamente pelo Stata, nos mostra que a Hipótese Nula que as duas variáveis não são correlacionadas é rejeitada 99.99% das vezes. Soma-se a esse o teste $P > |t|$ com o valor 0.000, que nos informa que o coeficiente estimado é estatisticamente significativo.

No gráfico gerado as observações se adaptam mais uniformemente ao redor da linha vermelha representando, gerada a partir dos valores previstos do modelo, eliminando o problema de outliers e de heteroscedasticidade observados na 1ª Regressão.

Dessa forma, a equação gerada pela regressão pode ser descrita como:

$$IDHi = 18.02 * CPi + 0.00013 * RPi + 0.612$$

Que nos mostra correlação positiva entre Consumo Per Capita de Energia elétrica e o IDH para os estados brasileiros.

6. Conclusões Finais

O Brasil é um país que apresenta deficiências no campo econômico-social, uma delas é a falta de ferramentas para analisar os impactos de programas implementados por governos ou pela iniciativa privada no desenvolvimento de determinada região.

Ao explicitar a relação positiva entre o Consumo Elétrico e o IDH, obtemos uma ferramenta para medir de uma maneira mais simples o desenvolvimento de determinada região, se um estado variou seu consumo per capita de energia em X, seu IDH variou em Y aproximadamente. Dessa forma um projeto que visa o desenvolvimento social de determinada área pode ser analisado como bom ou ruim a partir dessa relação.

Além disso, esse trabalho nos mostra a importância que a disseminação da energia elétrica tem para o bem-estar da vida das pessoas. Programas focando uma distribuição mais igualitária e de qualidade são importantes na medida que ajudam a desenvolver uma determinada região.

Bibliografia

- Evidence of causality between the quantity and quality of energy consumption and economic growth - B.S.Warra and R.U.Ayresb.
- Causality relationship between electricity consumption and GDP in Bangladesh – Pallab Mozumdera Achla Maratheb.
- The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries – John Asafu-Adjaye.
- Understanding the role of energy consumption in human development through the use of saturation phenomena - Daniel M. Martínez and Ben W. Ebenhackab.
- Assessment of Access to Electricity and the Health, Education and Agricultural Productivity Effects in Rural Areas of Colombia - Andrés F. León Estebana, Viatcheslav V. Kafarovb, Isaac Guerreroa, Alexandra Cortesa, Ana M. Rosso Cerónb and María M. Duarteb.
- Assessment of access to electricity and the socio-economic impacts in rural areas of developing countries- Makoto Kanagawa and Toshihiko Nakata
- Global Energy Futures and Human Development: A Framework for Analysis - Alan D. Pasternak.
- Electricity consumption and human development level: A comparative analysis based on panel data for 50 countries –Shuwen Niuab, Yanqin Jiabc, Wendie Wang b, Renfei Heb, Lili Hub and Yan Liu.
- ENERGY, PROSPERITY, AND INFORMED DISCOURSE - Alex Larzelere.
- Electricity consumption and household characteristics: Implications for census-taking in a smart metered future –Ben Anderson ,Sharon Lina, Andy Newing, Abu Bakr Bahaja and Patrick James.
- Radar IDHM PNADC_2019_Book - Ipea
- Anuário Estatístico de Energia Elétrica – EPE

- Understanding the role of energy consumption in human development through the use of saturation phenomena - Daniel Monedero Martínez and Ben W. Ebenhack

- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD IBGE

- <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/radar-idhm/> - RADAR IDHM base de dados.

- Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model - Nadia S. Ouedraogo University Paris-Dauphine Place du Maréchal de Lattre de Tassigny.

Human development Index Wikipedia -
https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Development_Index.

- Laerd Statistics – Linear Regression Analysis Using Stata.

Links para o acesso na internet:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544209005374>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421505003320> -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988300000505> -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507005575> -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508000608> -

<https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/239193.pdf>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061513002263> -

<https://graylinegroup.com/energy-prosperity-informed-discourse/> -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971516300813?via%3Dihub> -

http://atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/Radar%20IDHM%20PNADC_2019_Book.pdf -

<https://pdfs.semanticscholar.org/9851/a771c76d5888643b09a4e536056564290fc0.pdf> -

[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf)

[abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf)

[168/Anuario2017vf.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf)

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/microdados.shtm> -

<http://www.aneel.gov.br/relatorios-tecnicos> - Relatórios Técnicos – ANEEL

<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>

<https://kundoc.com/pdf-energy-consumption-and-human-development-evidence-from-a-panel-cointegration-and.html>

<https://www.aidic.it/cet/18/70/204.pdf>

https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Development_Index

<https://statistics.laerd.com/stata-tutorials/linear-regression-using-stata.php#assumptions>

<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=33812> – artigo com gráficos

<https://ecen.com/eee86/eee86p/eee86.pdf> – idh x consumo energético.

Anexos:

Ano	NOME_AGREGA	IDH	População Total	Consumo Elétrico	Consumo per capita	Renda Per Capita
2013	BRASIL	0,754	200454809	463142,50	0,00231	777.56
2014	BRASIL	0,761	202194916	474823,45	0,00235	803.36
2015	BRASIL	0,761	203880479	465708,43	0,00228	746.84
2016	BRASIL	0,776	205511395	461779,55	0,00225	842.04
2017	BRASIL	0,778	207087567	467161,18	0,00226	834.31
2013	Rondônia	0,696	1718607	2930,42	0,00171	621.39
2014	Rondônia	0,715	1739062	3031,53	0,00174	667.41
2015	Rondônia	0,708	1758903	3033,05	0,00172	634.73
2016	Rondônia	0,718	1778133	2944,37	0,00166	602.49
2017	Rondônia	0,725	1796762	3066,94	0,00171	618.98
2013	Acre	0,694	762976	844,11	0,00111	484.89
2014	Acre	0,719	776664	886,56	0,00114	548.24
2015	Acre	0,710	790173	973,74	0,00123	495.58
2016	Acre	0,729	803491	1014,25	0,00126	507.32
2017	Acre	0,719	816603	1074,28	0,00132	497.33
2013	Amazonas	0,701	3665168	5966,22	0,00163	543.34
2014	Amazonas	0,709	3730206	6275,23	0,00168	579.45
2015	Amazonas	0,703	3794089	6357,22	0,00168	480.56
2016	Amazonas	0,716	3856761	5990,57	0,00155	503.04
2017	Amazonas	0,733	3918175	5852,47	0,00149	556.26
2013	Roraima	0,724	434869	705,12	0,00162	625.64
2014	Roraima	0,732	443003	801,66	0,00181	665.19
2015	Roraima	0,743	450894	883,03	0,00196	649.43
2016	Roraima	0,758	458559	915,10	0,00200	714.33
2017	Roraima	0,752	466021	917,81	0,00197	648.03
2013	Pará	0,671	7928341	16972,01	0,00214	453.39
2014	Pará	0,675	8032612	18406,15	0,00229	453.39
2015	Pará	0,682	8134054	19337,09	0,00238	453.39
2016	Pará	0,693	8232622	20108,74	0,00244	479.92
2017	Pará	0,698	8328271	20293,46	0,00244	468.49
2013	Amapá	0,727	729137	960,90	0,00132	578.13
2014	Amapá	0,747	745136	1014,62	0,00136	630.72
2015	Amapá	0,719	760902	1050,38	0,00138	532.22
2016	Amapá	0,738	776448	1114,40	0,00144	591.25
2017	Amapá	0,740	791788	1073,10	0,00136	605.54
2013	Tocantins	0,721	1465861	1816,90	0,00124	590.66
2014	Tocantins	0,732	1484583	1947,90	0,00131	628.99
2015	Tocantins	0,732	1502825	2074,76	0,00138	619.56
2016	Tocantins	0,737	1520586	2178,07	0,00143	577.64
2017	Tocantins	0,743	1537879	2232,22	0,00145	607.91
2013	Maranhão	0,665	6755808	10999,20	0,00163	420.34
2014	Maranhão	0,678	6812342	8700,11	0,00128	424.12
2015	Maranhão	0,677	6865992	7037,80	0,00103	400.97

2016	Maranhão	0,682	6916774	6823,59	0,00099	384.88
2017	Maranhão	0,687	6964705	6904,71	0,00099	387.34
2013	Piauí	0,671	3183922	2891,68	0,00091	477.37
2014	Piauí	0,678	3194959	3086,37	0,00097	487.9
2015	Piauí	0,675	3204590	3293,09	0,00103	457.55
2016	Piauí	0,690	3212895	3380,71	0,00105	502.44
2017	Piauí	0,697	3219953	3480,58	0,00108	487.56
2013	Ceará	0,709	8779128	10808,64	0,00123	454.63
2014	Ceará	0,716	8844050	11356,50	0,00128	481.88
2015	Ceará	0,715	8905991	11325,73	0,00127	438.94
2016	Ceará	0,726	8965085	11913,85	0,00133	507.14
2017	Ceará	0,735	9021470	11424,15	0,00127	537.86
2013	Rio Grande do Norte	0,726	3373897	5216,15	0,00155	590.27
2014	Rio Grande do Norte	0,717	3408642	5465,62	0,00160	531.69
2015	Rio Grande do Norte	0,725	3442497	5516,60	0,00160	532.78
2016	Rio Grande do Norte	0,736	3475468	5588,54	0,00161	617.7
2017	Rio Grande do Norte	0,731	3507564	5625,41	0,00160	550.07
2013	Paraíba	0,692	3891198	4910,30	0,00126	508.5
2014	Paraíba	0,701	3920391	5103,36	0,00130	545.34
2015	Paraíba	0,709	3948739	5179,54	0,00131	523.52
2016	Paraíba	0,709	3976206	5189,20	0,00131	529.17
2017	Paraíba	0,722	4002758	5250,66	0,00131	601.57
2013	Pernambuco	0,701	9150076	12935,11	0,00141	494.79
2014	Pernambuco	0,709	9219365	13459,32	0,00146	529.47
2015	Pernambuco	0,710	9286621	13954,87	0,00150	500.13
2016	Pernambuco	0,730	9351854	13996,00	0,00150	588.82
2017	Pernambuco	0,727	9415052	14086,86	0,00150	558.69
2013	Alagoas	0,653	3294100	4786,57	0,00145	412.86
2014	Alagoas	0,667	3314702	4949,61	0,00149	414.51
2015	Alagoas	0,663	3334050	4910,48	0,00147	406.34
2016	Alagoas	0,683	3352194	4880,51	0,00146	443.96
2017	Alagoas	0,683	3369183	4959,86	0,00147	426.14
2013	Sergipe	0,699	2195324	3824,57	0,00174	581.83
2014	Sergipe	0,681	2219389	3881,32	0,00175	500.83
2015	Sergipe	0,681	2242875	3846,76	0,00172	463.77
2016	Sergipe	0,700	2265795	3783,53	0,00167	590.33
2017	Sergipe	0,702	2288163	3667,57	0,00160	540.99
2013	Bahia	0,694	15022544	23321,69	0,00155	542.17
2014	Bahia	0,703	15104932	24744,98	0,00164	558.53
2015	Bahia	0,698	15182690	24149,10	0,00159	493.98
2016	Bahia	0,709	15255884	23945,41	0,00157	523.73
2017	Bahia	0,714	15324591	24331,45	0,00159	566.26
2013	Minas Gerais	0,762	20582826	53898,88	0,00262	776.31
2014	Minas Gerais	0,769	20723826	54172,64	0,00261	790.11
2015	Minas Gerais	0,769	20858716	52816,80	0,00253	755.97
2016	Minas Gerais	0,781	20987550	54102,22	0,00258	794.2
2017	Minas Gerais	0,787	21110383	54240,40	0,00257	804.47
2013	Espírito Santo	0,766	3834725	10492,41	0,00274	755.07
2014	Espírito Santo	0,771	3880326	10925,16	0,00282	816.08
2015	Espírito Santo	0,777	3925146	11014,93	0,00281	743.26
2016	Espírito Santo	0,770	3969148	9836,41	0,00248	790.89
2017	Espírito Santo	0,772	4012291	9785,08	0,00244	799.73

2013	Rio de Janeiro	0,773	16375673	39469,18	0,00241	966.19
2014	Rio de Janeiro	0,778	16468207	40933,57	0,00249	997.62
2015	Rio de Janeiro	0,779	16556936	41128,94	0,00248	932.21
2016	Rio de Janeiro	0,794	16641886	39903,44	0,00240	985.06
2017	Rio de Janeiro	0,796	16723083	38882,17	0,00233	959.5
2013	São Paulo	0,814	43672311	136244,34	0,00312	1008.99
2014	São Paulo	0,819	44046988	136481,81	0,00310	1047.38
2015	São Paulo	0,819	44410392	130814,73	0,00295	954.58
2016	São Paulo	0,831	44762443	127170,67	0,00284	1212.19
2017	São Paulo	0,826	45103052	129607,08	0,00287	1133.15
2013	Paraná	0,787	10987759	29029,10	0,00264	925.99
2014	Paraná	0,790	11072637	30386,96	0,00274	926.12
2015	Paraná	0,790	11154832	29861,02	0,00268	895.04
2016	Paraná	0,792	11234297	29597,89	0,00263	954.27
2017	Paraná	0,792	11310996	30725,54	0,00272	968.17
2013	Santa Catarina	0,807	6621024	22407,57	0,00338	1002.97
2014	Santa Catarina	0,813	6713765	23793,95	0,00354	1042.82
2015	Santa Catarina	0,816	6806034	23048,73	0,00339	988.57
2016	Santa Catarina	0,805	6897677	23306,71	0,00338	984.22
2017	Santa Catarina	0,808	6988533	24344,29	0,00348	1043.83
2013	Rio Grande do Sul	0,763	11152292	28956,00	0,00260	949.74
2014	Rio Grande do Sul	0,779	11196323	30637,60	0,00274	1000.62
2015	Rio Grande do Sul	0,778	11237236	29244,58	0,00260	921.89
2016	Rio Grande do Sul	0,783	11275128	29521,06	0,00262	1056.88
2017	Rio Grande do Sul	0,787	11310085	29927,35	0,00265	1073.02
2013	Mato Grosso do Sul	0,751	2523486	5097,81	0,00202	898.04
2014	Mato Grosso do Sul	0,762	2555558	5345,36	0,00209	930.5
2015	Mato Grosso do Sul	0,756	2587022	5337,83	0,00206	868.8
2016	Mato Grosso do Sul	0,763	2617844	5246,14	0,00200	864.43
2017	Mato Grosso do Sul	0,766	2647973	5569,32	0,00210	840.56
2013	Mato Grosso	0,758	3134259	7509,60	0,00240	828.5
2014	Mato Grosso	0,767	3176423	8025,35	0,00253	844.21
2015	Mato Grosso	0,763	3217657	8112,24	0,00252	754.98
2016	Mato Grosso	0,772	3257924	8028,01	0,00246	763.48
2017	Mato Grosso	0,774	3297200	8575,16	0,00260	808.99
2013	Goiás	0,750	6433637	13614,61	0,00212	809.4
2014	Goiás	0,750	6522884	14237,87	0,00218	796.18
2015	Goiás	0,756	6610168	14757,41	0,00223	741.56
2016	Goiás	0,768	6695534	14789,51	0,00221	774.68
2017	Goiás	0,769	6779027	15053,44	0,00222	835.41
2013	Distrito Federal	0,832	2785861	6533,44	0,00235	1532.22
2014	Distrito Federal	0,839	2847941	6772,36	0,00238	1606.4
2015	Distrito Federal	0,839	2910455	6648,00	0,00228	1508.74
2016	Distrito Federal	0,854	2973209	6510,67	0,00219	1614.34
2017	Distrito Federal	0,850	3036006	6210,20	0,00205	1681.05

