

## **BELO MONTE: CRESCIMENTO ECONÔMICO E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS**

Pedro Minhaco de Carvalho (IC); Vladimir Fernandes Maciel (Orientador); Caroline Cipolla (Orientador)

**Apoio: PIBIC Mackenzie**

### **RESUMO**

Toda energia é crucial para o crescimento econômico, industrial e populacional, mas a elétrica talvez seja uma das mais importantes delas. Para atender a crescente demanda de energia, em 2008, a ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, aprovou o inventário de exploração hidrelétrica no rio Xingú. Em 2012, iniciaram-se as obras da Usina de Belo Monte, e com isso, começaram também as polêmicas em torno da usina como o alagamento de terras indígenas, desapropriação de casas e impactos ambientais. Esse trabalho, tem como objetivo analisar e comparar os impactos ambientais e mensurar os benefícios econômicos decorrentes da construção da Usina de Belo Monte, ambos em termos monetários.

**Palavras-chave:** Belo Monte, Usina Hidrelétrica, Meio Ambiente, Brasil

### **ABSTRACT**

Every energy is crucial to economic, industrial, and population growth, but electrical power is perhaps one of the most important of them. To satisfy the growing energy demand, in 2008, ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, approved the inventory of hydroelectric exploration in the Xingú river. In 2012, the construction of Belo Monte Hydropower Plant started, and as a result, the controversies surrounding the dam began, such as flooding of indigenous lands, expropriation of houses and environmental impacts. This paper aims to analyze and compare the environmental impacts and measure the economic benefits of the construction of the Belo Monte Hydropower Plant, both in monetary terms.

**Keywords:** Belo Monte, Hydropower Plant, Environment, Brazil

## 1. Introdução

Toda energia é crucial para o crescimento econômico, industrial e populacional, mas a elétrica talvez seja uma das mais importantes delas, ao lado do petróleo e do bagaço da cana de açúcar. (Empresa de Pesquisa Energética, EPE, 2015)

Em 1879 foi inaugurada a primeira estação de iluminação permanente, atualmente chamada de Central do Brasil. Mas somente em 1883, no Ribeirão do Inferno na cidade de Diamantina, foi inaugurada a primeira usina hidrelétrica do país. (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2015)

No Brasil, a energia elétrica teve um *boom* em meados dos anos 60 com a criação do Ministério de Minas e Energia, o que fazia parte do plano de metas do então presidente Juscelino Kubitschek. (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2015)

Foi na crise econômica, decorrente do primeiro choque do petróleo em 1973, que o governo militar da época, de Ernesto Geisel, lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-1979) e com isso construiu as usinas de Itaipu, em 1975, e de Tucuruí, em 1979. (Jornal Primeira Pauta, 2014)

Com o crescimento econômico na época da primeira fase do Plano Real, a demanda energética aumentou, mas a oferta de energia não acompanhou esse crescimento. Para evitar um colapso energético, o governo federal (segundo mandato FHC- 1999-2002) criou um programa de racionamento até fevereiro de 2002, acarretando em uma queda dos investimentos na produção industrial (FALCÃO, 2010)

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (2012-2021) da Empresa de Pesquisa Energética (2015), para atender à demanda brasileira em termos de crescimento populacional e econômico são necessários 3000MW/ano.

Em 1975, iniciaram-se os estudos para o aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio Xingu, mas apenas em julho de 2008 a ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, aprovou o inventário de exploração hidrelétrica no rio (Relatório de Impacto Ambiental, RIMA, 2015).

Com o início das obras de Belo Monte, em 2012, começaram também as polêmicas em torno da usina como o alagamento de terras indígenas, desapropriação de casas e impactos ambientais.

O fim das obras da Usina estava previsto para fevereiro de 2015, porém pelos atrasos e paralisações no canteiro de obras, a primeira turbina só deveria ser ligada em meados de novembro do mesmo ano. O que gera um custo na casa dos milhões de reais para a Norte Energia, responsável pelo consórcio, pela obrigatoriedade contratual de compra de energia elétrica em caso de atrasos. (Portal de notícias G1, 2015)

Por Belo Monte ser um assunto recente, a escassa literatura existente sobre o assunto pouco tange os aspectos econômicos e ambientais da construção da Usina, tornando-se relevantes trabalhos com tal enfoque.

Contudo, há dois trabalhos importantes e que merecem destaque. O trabalho de Sousa Júnior, Reid e Leitão (2010), ressalta que na crise energética do início da década de 2000, houve uma redução de 20 a 30% na demanda por energia sem que houvesse perda de bem-estar social justificando a não necessidade da usina. Porém, não deixa claro que essa diminuição seja equivalente aos 3000MW/ano ditos necessários para o pleno crescimento econômico e populacional pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Já o estudo de Cunha e Ferreira (2012), afirma que haverá, em decorrência da decomposição de matéria orgânica submersa, uma piora na qualidade da água, mas não indica uma alternativa para amenizar esses impactos negativos sobre a vida aquática local e nem faz uma análise econômica acerca do assunto.

Assim sendo, o presente trabalho tem como problema de pesquisa: Dados os impactos ambientais e o crescimento do PIB decorrente de uma maior oferta de energia, é pertinente a construção da Usina de Belo Monte?

Portanto, para que seja possível responder à pergunta acima, é necessário seguir os seguintes objetivos específicos: Apresentar dados sobre a demanda e a matriz energética no Brasil, apresentar o projeto da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e analisar o potencial de energia hidrelétrica gerado por ela, descrever e analisar os impactos ambientais causados pela construção da Usina, mensurar o crescimento da economia brasileira pela geração adicional de energia e a degradação ambiental, ambos em termos monetários, a fim de compará-los

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1 Referencial teórico**

Externalidades são os impactos, positivos ou negativos, indiretos produzidos por atividades de produção e/ou serviços sobre o bem-estar de indivíduos não diretamente ligados à essa atividade. (MANKIW, 2007).

No presente trabalho, serão analisadas as externalidades negativas ao meio ambiente, geradas pela construção da usina de Belo Monte

Para estimar as perdas ambientais decorrentes da construção da Usina, serão utilizados métodos de valoração econômica ambiental extraídos do livro de MAY; LUSTOSA; VINHA (2003), contando também com o auxílio do livro de MOTTA (1997). Tais métodos de valoração são classificados em métodos diretos e indiretos.

Os métodos diretos consistem em perguntas feitas diretamente às pessoas a fim de compreender as preferências em relação ao recurso ambiental em questão. Porém, para que os resultados sejam menos subjetivos, serão utilizados os métodos indiretos que constituem em estimar o valor econômico de um recurso ambiental, a partir do valor de uso, dada a observação do comportamento dos indivíduos. (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003)

Os métodos ditos indiretos são, por sua vez, subdivididos em técnicas diferentes. As principais são: Custo de viagem, Preço hedônico, Custo de reposição, Gastos defensivos, Produtividade marginal, Transferência de benefícios e Capital humano ou produção sacrificada. (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003)

O método denominado Gastos defensivos é caracterizado pelos gastos com bens substitutos a fim de não modificar a qualidade ou quantidade do recurso ambiental em questão. (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003)

Dada tal classificação, para estimar perdas em relação às árvores devastadas e as vidas terrestres danificadas pela construção de Belo Monte, será usado o método de valoração econômica denominado "Custo de Reposição", o qual consiste no custo estimado para restabelecer os recursos naturais perdidos e/ ou danificados aos seus padrões iniciais. (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003)

Já para mensurar os impactos gerados pela Usina na vida aquática, serão utilizados dados sobre a Produção Pecuária Municipal de Altamira extraídos do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## **2.2 Literatura empírica**

O presente trabalho tem seus métodos de valoração baseados nos trabalhos de Plaster, Manente, Rodrigues, Souza, Sansígolo e Fenner (2011), de Vergara, Sousa e Andrade (2014) e de Zavala, Yta-Castillo e Pérez (2015).

No primeiro, foi utilizado o método Custo de reposição em uma área de preservação permanente no município de Alta Floresta no estado de Mato Grosso, a fim de recuperar os danos causados pelo desmatamento na forma de conversão de floresta em pasto para a atividade agropecuária. O estudo foi desenvolvido em uma área retangular de aproximadamente cinco hectares (50.000m<sup>2</sup>) e concluiu que o custo total para se recuperar esta área é de R\$ 10.885,65. (Plaster, Manente, Rodrigues, Souza, Sansígolo e Fenner, 2011)

No segundo, o método Custo de reposição também foi utilizado para estimar os custos para a recuperação do Parque Cesamar na cidade de Palmas, capital do estado de Tocantins. A área em questão possui o total de 25,74 hectares e o estudo concluiu que são necessários

R\$ 918.110,04 para recuperar as áreas de proteção permanente (APP) do córrego Brejo Comprido e afluentes. (Vergara, Sousa e Andrade, 2014).

No último, os pesquisadores utilizaram um método conhecido como Método de Valoração Contingente (MVC) a fim de determinar o valor de uso recreativo de um arrecife de corais na baía de Huatulco em Oaxaca no México. Para tanto, foram entrevistados 263 turistas domésticos e concluiu-se que a disposição a pagar por atividades de preservação dos arrecifes USD 18.243 629.40 por ano. (Zavala, Yta-Castillo e Pérez, 2015).

### **3. A Belo Monte**

Em 1879 foi inaugurada a primeira estação de iluminação permanente, atualmente chamada de Central do Brasil. Mas somente em 1883, no Ribeirão do Inferno na cidade de Diamantina, foi inaugurada a primeira usina hidrelétrica do país. (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2015)

Quase cinquenta e cinco anos depois, em 1937, o então presidente Getúlio Vargas inaugurou no Rio de Janeiro o primeiro trecho eletrificado da Estrada de Ferro Central do Brasil. Dois anos depois, criou o Conselho Nacional de Águas e Energia, CNAE, a fim de regular questões ligadas à geração de energia. Mas somente em 1945 surgiu a CHESF, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco, a qual foi a primeira empresa de eletricidade de interesse federal.

No Brasil, a energia elétrica teve um *boom* em meados dos anos 60 com a criação do Ministério de Minas e Energia, o que fazia parte do plano de metas do então presidente Juscelino Kubitschek. (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2015)

Durante a presidência de Jânio Quadros foi criada a Eletrobrás, constituída em 1962 pelo presidente João Goulart para coordenar o setor de energia elétrica brasileiro.

Foi na crise econômica, decorrente do primeiro choque do petróleo em 1973, que o governo militar da época, de Ernesto Geisel, lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975-1979) e com isso construiu as usinas de Itaipu, em 1975, e de Tucuruí, em 1979. (Jornal Primeira Pauta, 2014)

Junto ao início da construção de Itaipu iniciaram-se os estudos para o aproveitamento hidroelétrico da bacia do rio Xingu, o qual está situado o canteiro de obras da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. (Relatório de Impacto Ambiental, RIMA, 2015)

Em 1984 foi concluída a primeira parte do sistema de transmissão Norte-Nordeste, permitindo a transferência de energia da bacia amazônica para a região Nordeste. No mesmo ano, entrou

em operação a Usina Hidrelétrica Itaipu, maior hidrelétrica do mundo na época, com 12.600 MW de capacidade instalada.

No início do novo milênio, o Brasil vivenciou sua maior crise de energia elétrica e, com isso, o governo federal criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), com o objetivo de propor e implementar medidas emergenciais a fim de atender a demanda de energia elétrica para que não haja interrupções imprevistas na distribuição energética

Em 2012, somente 37 anos depois do início dos estudos de aproveitamento hidrelétrico do rio Xingú, começaram as obras da Usina de Belo Monte no município de Altamira, Pará, a qual será a terceira maior usina hidrelétrica do mundo e a maior usina inteiramente nacional, ambos os casos em potência instalada.

#### **4. A matriz energética brasileira**

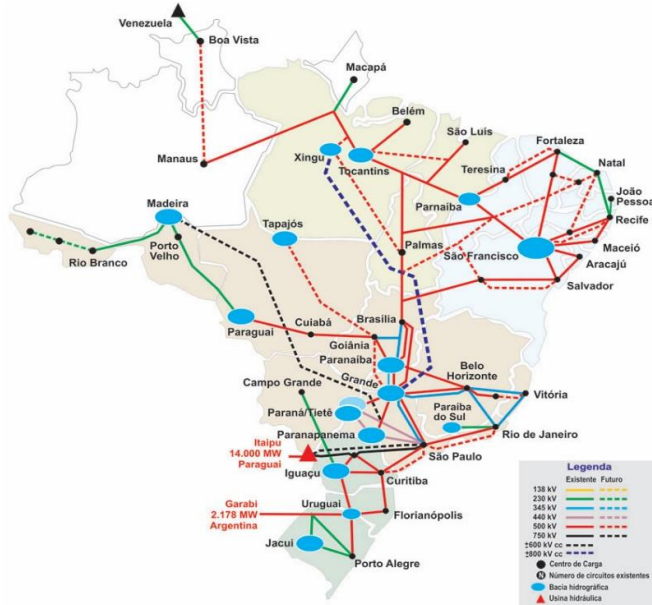
A Interligação Norte-Sul, Linhão, como ficou conhecida, é um dos maiores e mais modernos sistemas de fornecimento de energia do mundo. O Linhão tem seu início na cidade de Imperatriz no estado do Maranhão e termina na cidade de Samambaia no Distrito Federal, com um total de 1.277 Km de rede.

A interligação Norte-sul foi construída a fim de promover intercâmbio de energia entre os sistemas Norte-Nordeste e Sul-Sudeste do país. (ONS, 2014)

Já o SIN (Sistema Interligado Nacional) é formado pelas empresas de energia elétrica de todas as regiões do país e parte da região Norte e controlado pelo ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) o que permite a coordenação da distribuição de energia elétrica por todo território nacional. (ONS, 2014)

Na imagem abaixo, é possível ver o mapa da integração eletroenergética brasileira e, com isso, pode-se ter uma noção de como e do quão integrada está a distribuição da energia elétrica no Brasil.

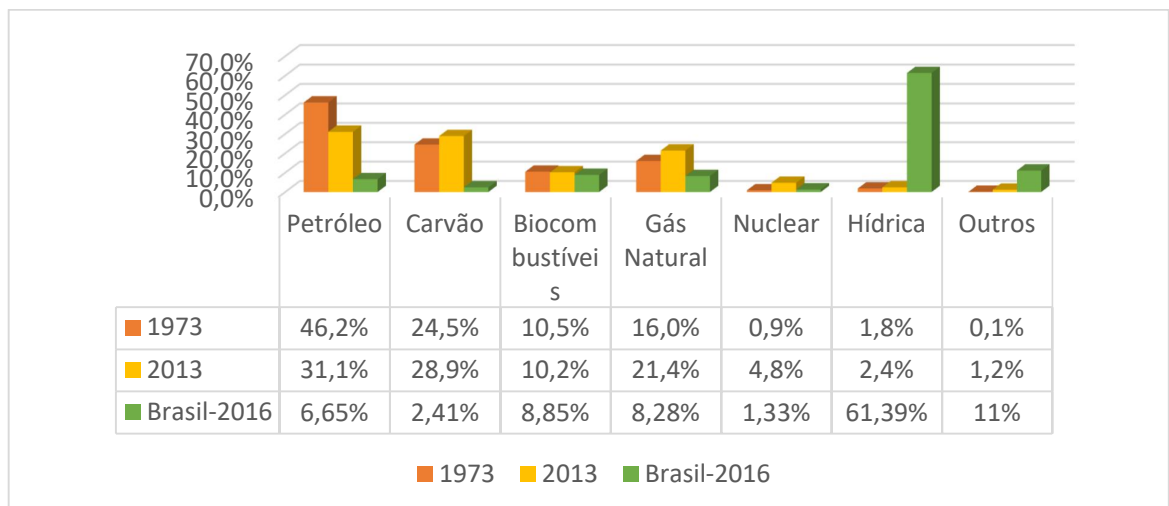
Figura 1 - Sistema Interligado Nacional (SIN)



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (2011)

Pela análise do gráfico abaixo, pode-se observar que a matriz energética brasileira utiliza mais de 60% de energia elétrica advinda de fontes hídricas, contra aproximadamente 2,5% de utilização no cenário mundial.

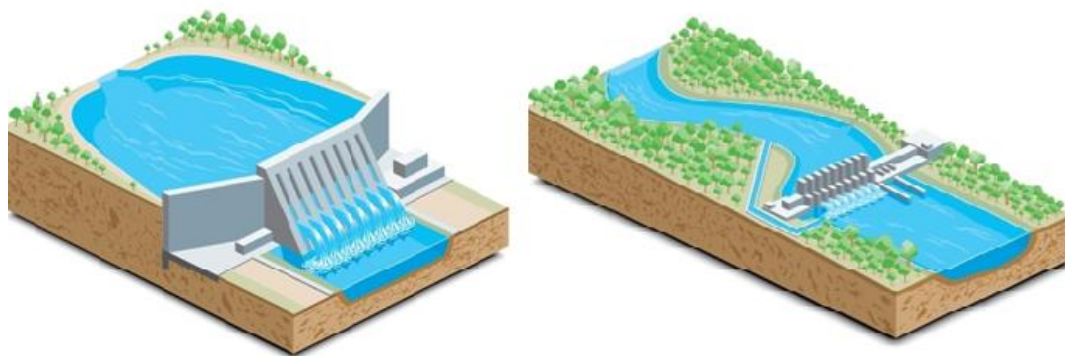
Gráfico 1- Comparação matriz energética do Brasil com outros países



Fonte: IEA, 2008 Aneel

Existem dois tipos de reservatórios: acumulação e fio d'água. O primeiro, represa a água a fim de estoca-la e utilizá-la em períodos de seca. Localiza-se a montante da Hidrelétrica, o que permite o controle da vazão da água operando então conjunta e integradamente com a usina. Já o reservatório a fio d'água, opera segundo o fluxo da água, com mínimo ou nulo acúmulo hídrico.

**Figura 2** - Comparação usina com reservatório a fio d'água e acumulação



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ons) Infográfico: Edmilson Silva, Rubens Paiva e Carol Cavaleiro/Estadão (2013)

Os esquemas acima apresentam os dois modelos de usina hidrelétrica. O primeiro utiliza grandes reservatórios de água (usina de binacional de Itaipu, por exemplo) que, conseqüentemente, causa maior dano ambiental. Já o segundo, e mais recentemente obrigatório na construção de novas usinas (como a UHE de Belo Monte), utiliza pequenos reservatórios que permite com que o fluxo de água e a sazonalidade do rio em questão sejam pouco afetados.

## 5. Da construção aos impactos

A Usina Hidrelétrica de Belo Monte está situada na bacia do Rio Xingú, no município de Altamira, estado do Pará. Quando pronta, a Usina será a terceira maior do mundo em potência instalada, atrás somente da chinesa Três Gargantas e da binacional (Brasil- Paraguai) Itaipu e a maior usina 100% brasileira. (Relatório de Impacto Ambiental, RIMA, 2015)

O consórcio da construção foi vencido pela Norte Energia a qual é composta pelo grupo Eletrobras (com 49,98% das ações), pelos fundos de pensão Petros (10%) e Funcef (10%), pelas sociedades Neoenergia S.A (10%) e Amazônia (9,77%), pelas autoprodutoras Aliança Norte Energia S.A. (9%) e pela sociedade J. Malucelli Energia (0,25%) em 2010 ao custo de, aproximadamente, R\$ 26 bilhões. (Norte Energia, 2016)

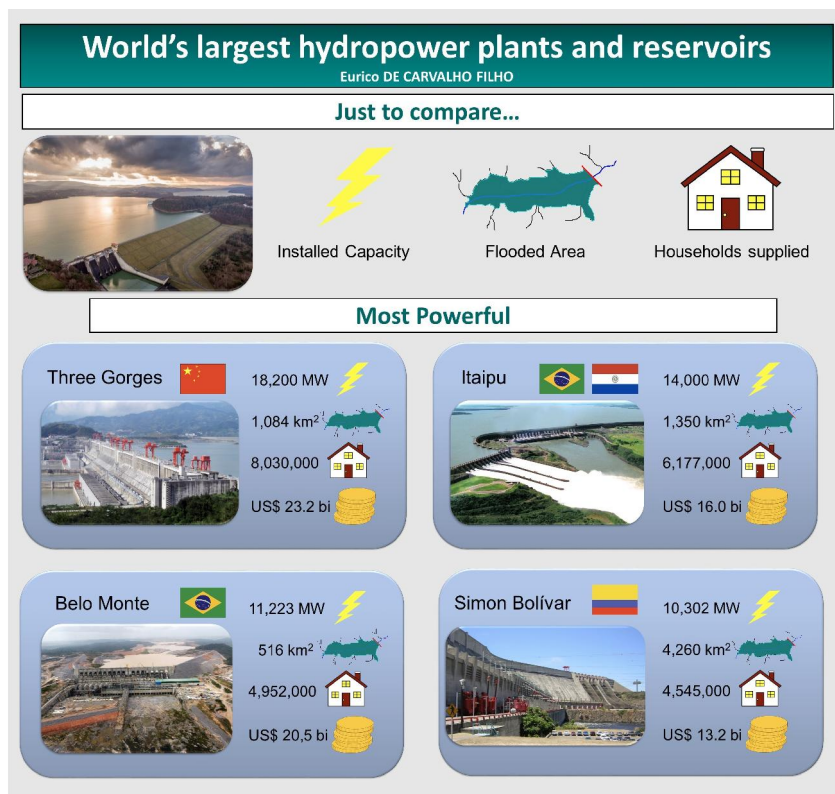


Sua capacidade instalada, ou seja, sua capacidade máxima de geração de energia, é de, aproximadamente, 11.223 MW porém, sua geração média anual será de 4.571 MW devido seu reservatório ser, obrigatoriamente, a fio d'água (Norte Energia, 2016).

A previsão para o início das operações de Belo Monte era fevereiro de 2015, porém, devido a atrasos no canteiro de obras, a primeira das 18 turbinas da Usina foi ligada, em caráter de teste, um ano depois do previsto, em fevereiro de 2016.

Se não houverem mais imprevistos, a turbina de número 18 deverá entrar em operação no final do primeiro mês de 2019.

**Figura 3 -** Maiores reservatórios hidrelétricos do mundo



**Fonte:** Does size really matter? Infográfico: Eurico de Carvalho Filho

A imagem acima mostra que apesar de a capacidade instalada da usina hidrelétrica de Três Gargantas (China) ser, aproximadamente, 60% maior do que a da usina hidrelétrica de Belo Monte (Brasil), a segunda é mais eficiente do que a primeira, levando-se em consideração a capacidade instalada e a área alagada. A usina chinesa produz 16,78 MW/Km². Já a brasileira produz 21,75 MW/Km².

Por ser, quando concluída, a terceira maior do mundo e a maior usina brasileira inteiramente nacional, os impactos ambientais de sua construção também são muito relevantes.

No que tange a fauna e a flora terrestres da região, os impactos se dão em função da área alagada que, apesar de ser menor do que em um modelo de barragem de acumulação, ainda se faz presente.

Cerca de 228 km<sup>2</sup> dos 516km<sup>2</sup> de área inundada pertence ao leito original do rio Xingú, ou seja, a área cujo os impactos serão estudados corresponde a, aproximadamente, 288 km<sup>2</sup>.

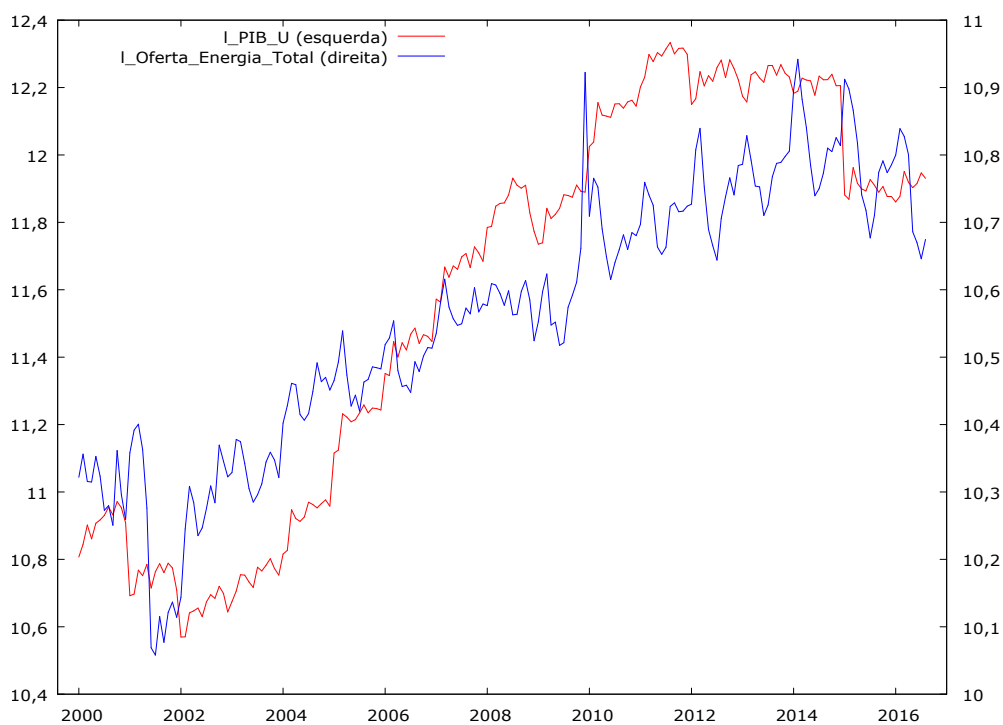
Já no que se trata da fauna aquática, os impactos se dão na forma de morte de parte da população de peixes herbívoros dado um aumento da população de peixes carnívoros, que se alimentam dos primeiros, e pelo aumento do pH da água dado o processo de putrefação do material orgânico submerso. (ABLAS, Ana Cristina)

## 6. Modelo econométrico

Para o presente trabalho, foram utilizados dados do Produto Interno Bruto (PIB), em milhões de dólares, e da produção de energia elétrica, em MW médios, ambos mensais e obtidos no site da Macrodados.

Como observado no gráfico abaixo o PIB, em logaritmo, cresceu cerca de 1,1% no período compreendido entre os anos 2000 e 2016. Já a oferta de energia elétrica, também em logaritmo, cresceu cerca de 1,02% no mesmo período. Pode-se extrair também da leitura do gráfico, que nos períodos de 2002 à 2006 e 2010 à 2014 houve um crescimento de ambas as variáveis observadas o que indica forte correlação entre elas.

**Gráfico 2 - PIB/Oferta de energia**



Fonte: Macrodados. Elaboração própria

A fim de testar se as séries são do tipo raiz unitária, foram rodados os testes de KPSS para as duas variáveis em questão em que a hipótese nula ( $H_0$ ) é igual "A série é estacionária" e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) é igual "A série apresenta raiz unitária". Nota-se que as hipóteses deste teste não são iguais as dos testes de Dickey - Fuller e Phillips -Perron para estacionariedade. A hipótese nula deste teste é igual às hipóteses alternativas dos últimos.

**Tabela 1 - Teste de KPSS I\_Oferta\_Energia\_Total**

T = 200			
Parâmetro de truncagem da defasagem = 4			
Estatística de teste = 3,73537			
	10%	5%	1%
Valores críticos	0,348	0,462	0,739
P-valor < .01			

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

**Tabela 2- Teste de KPSS I\_PIB**

T = 200			
Parâmetro de truncagem da defasagem = 4			
Estatística de teste = 3,65303			
	10%	5%	1%
Valores críticos	0,348	0,462	0,739
P-valor < .01			

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

Pela observação e análise dos resultados acima descritos, em que 3,73 e 3,65, para I\_Oferta\_Energia\_Total e I\_PIB\_U, respectivamente, não pertencem aos valores críticos e cuja hipótese nula estima um P-valor < 0,01, o teste não sugere a rejeição de não estacionariedade para ambas as séries e, portanto, há o risco de raiz unitária nas duas séries. Logo, surge a necessidade de se testar a cointegração entre as variáveis, testando assim o risco de regressão espúria entre as duas séries.

**Tabela 3 - Regressão de Cointegração**

MQO, usando as observações 2000:01-2016:08 (T = 200)				
Variável dependente: I_PIB_U				
Coefficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	-16,4762	0,926878	-17,78	6,97e-043 ***
I_Oferta_Energia	2,65678	0,0877693	30,27	3,26e-076 ***
R-quadrado	0,822306	R-quadrado	0,821409	
rô	0,845250	Durbin-Watson	0,308014	

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

O coeficiente estimado pelo teste de cointegração, com valor estimado de 2,65, bem como os valores de R<sup>2</sup> e Durbin-Watson na ordem de 82,23% e 0,308, respectivamente, mostram uma

relação elástica entre o PIB e a oferta de energia elétrica e, portanto, uma variação de 1% na oferta de energia causa, *ceteris paribus*, uma variação de, aproximadamente, 2,65% no PIB.

Dado que a quantidade de energia elétrica gerada no ano de 2016 foi de, aproximadamente, 564.000,00 MW e que a geração média anual aproximada da Usina será de 4.570 MW, a participação de Belo Monte, logo, será da ordem de 0,81%.

Portanto, o aumento de 0,81% na oferta de energia elétrica implicará, tudo mais constante, em um crescimento de 2,146% no Produto que equivale, em dólares, a US\$ 38.105.856.740,00 ou, em reais utilizando a cotação de 2016 extraída do site do Banco Central, R\$ 123.844.034.405,00, tomando como base o PIB acumulado em doze meses, de setembro de 2015 a agosto de 2016, de US\$ 1.775.669,0 M. (IBGE, 2016)

Muito embora a relação entre o PIB e a oferta de energia elétrica seja de longo prazo, passa a ser necessária uma análise de curto prazo, bem como a identificação de precedência das variáveis mencionadas. Porém, devido aos limites estabelecidos a esse trabalho, tal relação não poderá ser tratada.

## **7. Valoração econômica**

### **7.1 Custo de reposição**

A fim de estimar as perdas ambientais em relação à flora e à fauna, em termos monetários, foram utilizados como base do cálculo os trabalhos que adotaram o método Custo de Reposição. Para tanto, foi feita uma média simples dos resultados obtidos em ambas as pesquisas e aplicada à área inundada pelo reservatório da Usina de Belo Monte.

O estudo “Análise dos Custos de Reflorestamento em Área de Preservação Permanente” (Plaster, Manente, Rodrigues, Souza, Sansígolo e Fenner, 2011), concluiu que para restabelecer os recursos naturais de uma gleba de 5 hectares pertencente ao município de Alta Floresta (MT), são necessários R\$ 10.885,65, ou seja, R\$2177,13/ha.

Já o segundo estudo, “Aplicação do método do custo de reposição (mcr) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas – TO” (Vergara, Sousa e Andrade, 2014), demonstrou que o custo da recuperação do Parque Cesamar, na capital do estado do Tocantins, é da ordem de R\$ 35.668,61/ha.

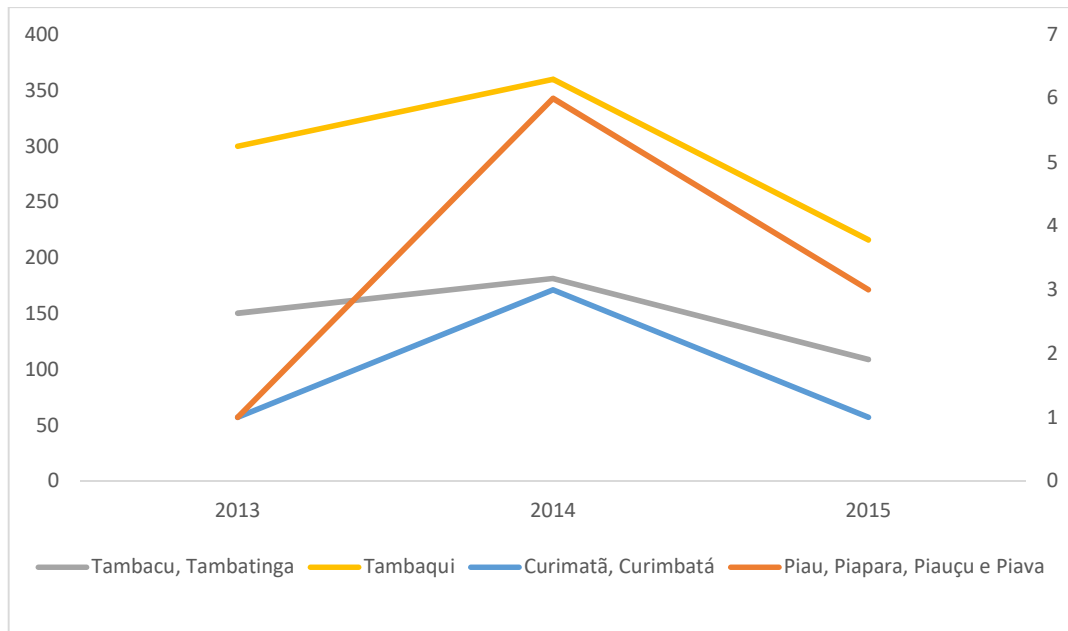
Portanto, aplicando-se a média simples dos custos de reposição, tem-se o resultado de R\$18.922,87/ha. Logo, levando-se em consideração a área alagada de 288km<sup>2</sup>, chega-se ao resultado de, aproximadamente, R\$ 544.978.656,00 para restabelecimento total da flora terrestre local.

### **7.2 Vida aquática**

A fim de estimar os impactos gerados pela construção da Usina de Belo Monte na vida aquática local, foram utilizados dados sobre a pesca extraídos da Produção Pecuária Municipal de Altamira (IBGE, 2015)

Apesar de pequena a amostra de dados obtidos para a formulação do gráfico abaixo, pode-se concluir que houve um *boom* populacional de todas as espécies de peixes analisadas, entre 2013 e 2014, devido ao represamento da água e, por conseguinte, uma notória queda na quantidade pescada em toneladas entre os anos de 2014 e 2015.

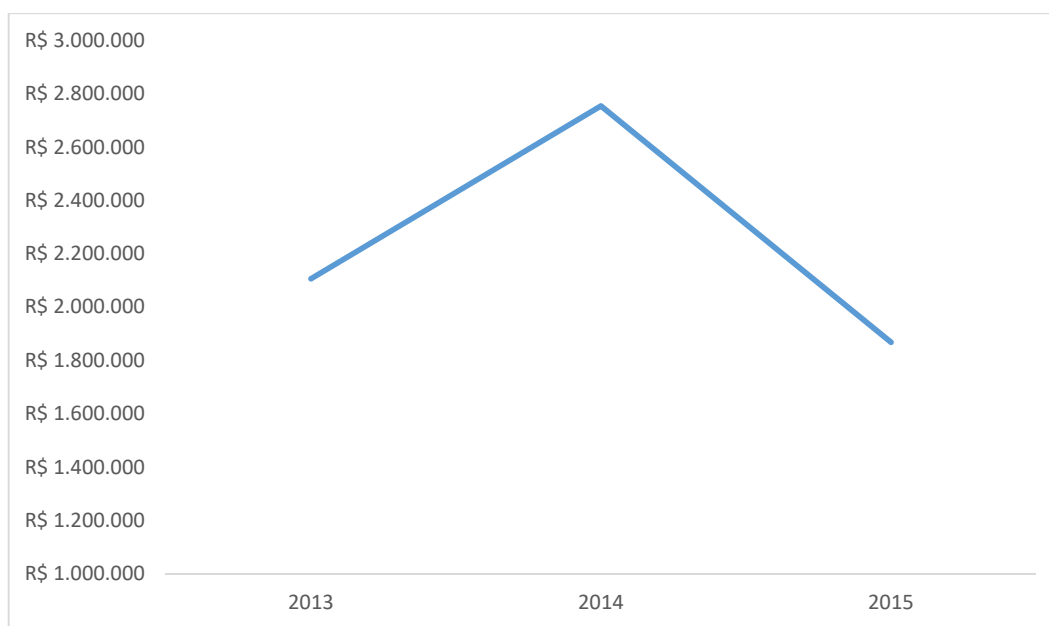
**Gráfico 3** - Quantidade de peixes em toneladas



Fonte:

IBGE. Elaboração própria

O gráfico abaixo apresenta a trajetória do valor total da pesca de todas as espécies de peixes analisadas e com isso é observado que o valor total pescado passa de, aproximadamente, R\$ 2,1 milhões em 2013 para pouco mais de R\$ 2,7 milhões em 2014, chegando a R\$ 1,87 milhões em 2015. Ou seja, uma diminuição em torno de R\$ 300 mil.

**Gráfico 4 - Valor total pescado**

Fonte: IBGE. Elaboração própria

Contudo, é importante destacar que devido a localização da cidade de Altamira, as análises acerca dos impactos na vida aquática do rio Xingú são feitas a montante da Usina, apresentando, portanto, valores aproximados dado que os dados sobre a pesca regional à jusante de Belo Monte foram descartados.

## 8. Conclusão

**Tabela 4 - Resultados**

Benefícios Econômicos		Impactos Ambientais	
Variação do PIB (%)	2,146%	Fauna e Flora	R\$ 544.978.656,00
Crescimento PIB em reais	R\$ 123.844.034.405,00	Fauna Aquática	R\$ 300.000,00
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>123.884.034.405,00</b>	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>545.278.656,00</b>

Portanto, pela observação dos resultados das regressões, dos métodos de valoração econômico-ambientais bem como a análise da tabela acima, pode-se concluir que, comparativamente, os benefícios econômicos em termos de aumento do Produto Interno Bruto (PIB) superam os impactos ambientais negativos gerados pela construção da Usina de Belo Monte na ordem de R\$123.338.755.749,00

Porém, é importante ressaltar que apesar dos benefícios econômicos destacarem-se em relação aos malefícios ao meio ambiente, a degradação ambiental ainda se faz muito relevante e presente.

Além disso, os impactos decorridos da ocupação da região amazônica, no dinamismo urbano nas cidades de Altamira e Volta Grande do Xingú e também as mudanças socioeconômicas da população local são igualmente notórios e serão abordados e analisados futuramente.

## 9. Referências

**AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL).** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

AMATO, Fábio. Belo Monte atrasa entrega de energia e pode ter prejuízo milionário. **PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO (G1)**, Brasília, 28 fev. 2015. Economia. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/02/belo-monte-atrasa-entrega-de-energia-e-pode-ter-prejuizo-milionario.html>

**COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG).** Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/a\\_cemig/Nossa\\_Historia/Paginas/historia\\_da\\_eletricidade\\_no\\_brasil.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/historia_da_eletricidade_no_brasil.aspx)> Acesso em 17 ago. 2015.

CUNHA; Denise de Andrade; FERREIRA, Leandro Valle. **Impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on pioneer vegetation formations along the Xingu River, Pará State Brazil.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v35n2/v35n2a05.pdf>. > Acesso em: 17 ago. 2015.

ELETOBRAS. **Relatório de impacto ambiental (RIMA).** Disponível em: <http://www.eletronorte.com/acessoainformacao/data/Pages/LUMIS46763BB8PTBRIE.htm>

**Eletronorte.** Disponível em: <<http://www.eletronorte.gov.br/opencms/opencms/pilares/transmissao/estados/tocantins/>>. Acesso em: 23 out. 2016

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano decenal de expansão de energia (2012-2021).** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>> Acesso em 17 ago. 2015.

FALCÃO, Alexandre. **Belo Monte: uma usina de conhecimento.** Rio de Janeiro: Insight, 2010.

HOFFMANN, Mayara. “Milagre Econômico” durante a ditadura. **JORNAL PRIMEIRA PAUTA.** Joinville. 3 abr.2014. Disponível em: <<http://primeirapauta.jor.br/2014/04/03/milagre-economico-durante-a-ditadura/>> Acesso em 15 out. 2015.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)>.

**Macrodados online.** Disponível em: <http://www.macrodadosonline.com.br/default.htm>. Acesso em: 12 mar. 2017

MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria C.; VINHA, Valéria. **Economia do meio ambiente: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Campus, 2003

**Ministério de Minas e Energia.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/destaques-do-setor-de-energia/belo-monte>>. Acesso em: 08 jan. 2017

**Norte Energia.** Disponível em: <<http://norteenergiasa.com.br/site/>>. Acesso em: 08 dez. 2016

**Operador Nacional do Sistema Elétrico.** Disponível em: <[http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/pop/pop\\_integracao-eletoenergetica.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/pop/pop_integracao-eletoenergetica.aspx)>. Acesso em: 25 nov. 2016

PLASTER, Octávio Barbosa; MANENTE, Felipe Garcia; RODRIGUES, João Paulo; SOUZA, Fábio Monteiro Leite de; SANSÍGOLO, Cláudio Angeli; FENNER, Paulo Torres. **ANÁLISE DOS CUSTOS DE REFLORESTAMENTO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP).** In: V CONFLAT (Congresso florestal latinoamerino), 18 a 21 oct. 2011, Lima. Anais... Lima: Universidad Nacional Agrária la Molina, 2011. Disponível em: [http://www.cnf.org.pe/secretaria\\_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%201/Octavios%20Barbosa%20Plaster1.pdf](http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%201/Octavios%20Barbosa%20Plaster1.pdf)

SOUSA JÚNIOR, Wilson Cabral de; REID, John; LEITÃO, Neidja Cristine Silvestre. **Custos benéficos do complexo hidrelétrico Belo Monte.** Disponível em: <[http://www.xinguvivo.org.br/wp-content/uploads/2010/10/Conservation-Strategy-Fund\\_-Custos-e-benef%20C3%ADcios-do-complexo-hidrel%20C3%A9trico-Belo-Monte\\_Uma-abordagem-econ%20C3%B4mico-ambiental.pdf](http://www.xinguvivo.org.br/wp-content/uploads/2010/10/Conservation-Strategy-Fund_-Custos-e-benef%20C3%ADcios-do-complexo-hidrel%20C3%A9trico-Belo-Monte_Uma-abordagem-econ%20C3%B4mico-ambiental.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2015.

Vergara, Fernán Enrique; Sousa, Ricardo Azevedo Mamedio de; Andrade, Rui da Silva. **Aplicação do método do custo de reposição (mcr) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas – TO.** Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/remoa/article/view/15180/pdf>> Acesso em: 10 ago. 2016

#### A. Apêndice

<b>Teste KPSS para I_oferta_Energia_Total</b>		
T = 200		
Parâmetro de truncagem da defasagem = 4		
Estatística de teste = 3,73537		
10%	5%	1%



Valores críticos: 0,348 0,462 0,739
P-valor < .01

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

<b>Teste KPSS para I_PIB_U</b>
T = 200
Parâmetro de truncagem da defasagem = 4
Estatística de teste = 3,65303
10% 5% 1%
Valores críticos: 0,348 0,462 0,739
P-valor < .01

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

**Modelo 2: MQO, usando as observações 2000:01-2016:08 (T = 200)**

**Variável dependente: I\_PIB\_U**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-16,4762	0,926878	-17,7760	<0,0001	***
I_Oferta_Energia_To	2,66	0,09	30,2700	<0,0001	***
tal					
Média var. dependente	11,57548	D.P. var. dependente	0,584987		
Soma resíd. quadrados	12,10092	E.P. da regressão	0,247216		
R-quadrado	0,822306	R-quadrado ajustado	0,821409		
F(1, 198)	916,2751	P-valor(F)	3,26e-76		
Log da verossimilhança	-3,284110	Critério de Akaike	10,56822		
Critério de Schwarz	17,16485	Critério Hannan-Quinn	13,23778		
rô	0,845250	Durbin-Watson	0,308014		

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

**Modelo 2: MQO, usando as observações 2000:01-2016:08 (T = 200)**

**Variável dependente: I\_PIB\_U**

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-17,5863	0,864123	-20,3516	<0,00001	***
I_Oferta_Energia_To	2,75169	0,0815691	33,7344	<0,00001	***
tal					
dm2	-0,107838	0,0777044	-1,3878	0,16685	
dm3	-0,0344118	0,0777163	-0,4428	0,65843	
dm4	0,0552962	0,0776293	0,7123	0,47716	
dm5	0,17572	0,0776834	2,2620	0,02485	**
dm6	0,240161	0,077796	3,0871	0,00233	***
dm7	0,29628	0,0778291	3,8068	0,00019	***
dm8	0,206932	0,0776788	2,6639	0,00840	***
dm9	0,156918	0,0788716	1,9895	0,04810	**
dm10	0,123865	0,0788351	1,5712	0,11783	

dm11	0,116732	0,0788392	1,4806	0,14039
dm12	0,0691754	0,0788328	0,8775	0,38134
Média var. dependente	11,57548	D.P. var. dependente		0,584987
Soma resíd. quadrados	9,578555	E.P. da regressão		0,226323
R-quadrado	0,859345	R-quadrado ajustado		0,850319
F(12, 187)	95,20805	P-valor(F)		7,42e-73
Log da verossimilhança	20,09136	Critério de Akaike		-14,18272
Critério de Schwarz	28,69541	Critério Hannan-Quinn		3,169405
rô	0,851355	Durbin-Watson		0,297576

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

### **Passo 1:** teste para uma raiz unitária em I\_PIB\_U

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para I\_PIB\_U  
incluindo 2 defasagens de (1-L)I\_PIB\_U  
tamanho da amostra: 197  
hipótese nula de raiz unitária:  $a = 1$

teste com constante

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,00647511

estatística de teste:  $\tau_c(1) = -1,01498$

p-valor assintótico 0,7502

coeficiente de 1ª ordem para e: 0,004

diferenças defasadas:  $F(2, 193) = 0,631 [0,5331]$

### **Passo 2:** teste para uma raiz unitária em I\_Oferta\_Energia\_Total

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para I\_Oferta\_Energia\_Total  
incluindo 2 defasagens de (1-L)I\_Oferta\_Energia\_Total  
tamanho da amostra: 197  
hipótese nula de raiz unitária:  $a = 1$

teste com constante

modelo:  $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$

valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,0310613

estatística de teste:  $\tau_c(1) = -1,79826$

p-valor assintótico 0,3819

coeficiente de 1ª ordem para e: -0,005

diferenças defasadas:  $F(2, 193) = 0,169 [0,8446]$

### **Passo 3:** regressão de cointegração

Regressão de cointegração –

**MQO, usando as observações 2000:01-2016:08 (T = 200)**

**Variável dependente: I\_PIB\_U**

	Coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-16,4762	0,926878	-17,78	6,97e-043 ***
I_Oferta_Energia	2,65678	0,0877693	30,27	3,26e-076 ***
Média var. dependente	11,57548		D.P. var. dependente	0,584987
Soma resíd. quadrados	12,10092		E.P. da regressão	0,247216
R-quadrado	0,822306		R-quadrado ajustado	0,821409
Log da verossimilhança	-3,284110		Critério de Akaike	10,56822
Critério de Schwarz	17,16485		Critério Hannan-Quinn	13,23778
rô	0,845250		Durbin-Watson	0,308014

Fonte: Macrodados. Elaboração: Gretl

#### Passo 4: teste para uma raiz unitária em uhat

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para uhat  
incluindo 2 defasagens de  $(1-L)uhat$   
tamanho da amostra: 197  
hipótese nula de raiz unitária:  $a = 1$

modelo:  $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$   
valor estimado de  $(a - 1)$ : -0,178464  
estatística de teste:  $\tau_c(2) = -4,32797$   
p-valor assintótico 0,002265  
coeficiente de 1ª ordem para e: 0,001  
diferenças defasadas:  $F(2, 194) = 1,217 [0,2982]$

Existe evidência de uma relação de cointegração se:

- (a) A hipótese de raiz unitária não é rejeitada para as variáveis individuais e;
- (b) A hipótese de raiz unitária é rejeitada para os resíduos (uhat) da regressão de cointegração.

Contatos: [pedrominhaco@gmail.com](mailto:pedrominhaco@gmail.com); [vladimir.maciel@mackenzie.br](mailto:vladimir.maciel@mackenzie.br)