

# **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**



**Monografia de final de curso**

**O impacto da redução das tarifas de energia elétrica na variação do excedente do consumidor**

Rafael Marques Moreira da Costa

No. De matrícula: 1212130

Orientador: Leonardo Rezende

Julho de 2016

# **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**



**Monografia de final de curso**

**O impacto da redução das tarifas de energia elétrica na variação do excedente do consumidor**

Rafael Marques Moreira da Costa

No. De matrícula: 1212130

Orientador: Leonardo Rezende

Julho de 2016

**“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”.**

Assinatura:

**“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”**

Agradeço à toda minha família por todo o apoio e carinho que me deram ao longo dos anos. Essa monografia não seria possível sem eles.

## **Sumário**

<b>Introdução</b> .....	6
<b>Motivação</b> .....	10
<b>Revisão da literatura</b> .....	11
<b>Organização dos dados</b> .....	12
<b>Modelo e resultados da regressão</b> .....	15
<b>Excedente do Consumidor</b> .....	18
<b>Gráficos de preços e consumos</b> .....	20
<b>Gráficos de média dos preços, das variações nos excedentes dos consumidores e dos consumos</b> .....	25
<b>Resultados finais</b> .....	30
<b>Conclusão</b> .....	32
<b>Referências bibliográficas:</b> .....	33
<b>Apêndice</b> .....	34

## Introdução

Nos anos de 2012 a 2013 o Brasil vivenciou o pior período de seca em 50 anos, o que diminuiu drasticamente o nível dos reservatórios das usinas hidroelétricas. Usinas termoelétricas, que são mais caras e poluentes, foram ativadas na tentativa de evitar que os níveis dos reservatórios ficassem numa posição ainda mais baixa. As termoelétricas continuam sendo utilizadas até hoje para este fim.

Em janeiro de 2013 a presidente Dilma Rousseff anunciou um corte de 18% nas tarifas residências de energia elétrica. Opositores foram contra a medida argumentando que isso desestabilizaria o setor elétrico e que essa redução não vinha num momento em que o país tinha capacidade de aguentar tal ajuste. Mas a presidente Rousseff destacou que *“O Brasil tem e terá energia mais que suficiente para o presente, para o futuro, sem nenhum risco de racionamento ou de qualquer tipo de estrangulamento no curto, no médio ou no longo prazo”*.<sup>1</sup>

Dois anos depois, no entanto, o Brasil passou por uma série de dificuldades no setor elétrico. O preço da conta de luz vem aumentando desde o início de 2015 e uma decisão da ANEEL<sup>2</sup>, chamada de Revisão Extraordinária, fez as tarifas aumentarem, em média, 23,4% em todo o país. O diretor geral da Aneel, Romeu Rufino, afirmou que o reajuste vem corrigir “eventos que perturbam o equilíbrio econômico e financeiro das distribuidoras”.<sup>3</sup> As medidas são parte de um esforço do governo para equilibrar as contas públicas.

O trabalho busca primeiramente descobrir o que teria ocorrido com os preços de energia residencial se os preços não tivessem sido reduzidos. Mais especificamente, uma série contra factual de preços será gerada no intuito de se estimar qual seria a trajetória dos preços de energia elétrica sem a intervenção governamental. Esse estudo faz a análise apenas

---

<sup>1</sup> <http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/01/dilma-confirma-reducao-na-conta-de-luz-e-critica-pessimistas.html> [Acessado 11/05/2015]

<sup>2</sup> Agência nacional de energia elétrica

<sup>3</sup> <http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/03/contas-de-luz-sobem-em-media-234-no-pais-partir-desta-segunda.html> [Acessado 11/05/2015]

para o grupo de preços no país da categoria **B1 – Residencial**. Essa categoria engloba a tarifa paga pela maioria dos consumidores residenciais no Brasil.

Num segundo plano será investigado o impacto nos consumidores da redução e do subsequente aumento dos preços de energia. Usando a elasticidade preço da demanda residencial de energia elétrica calculada por Amanda Schutze e a série contra factual de tarifas, será gerada uma série contra factual de consumo de energia (consumo na ausência do reajuste de 2013).

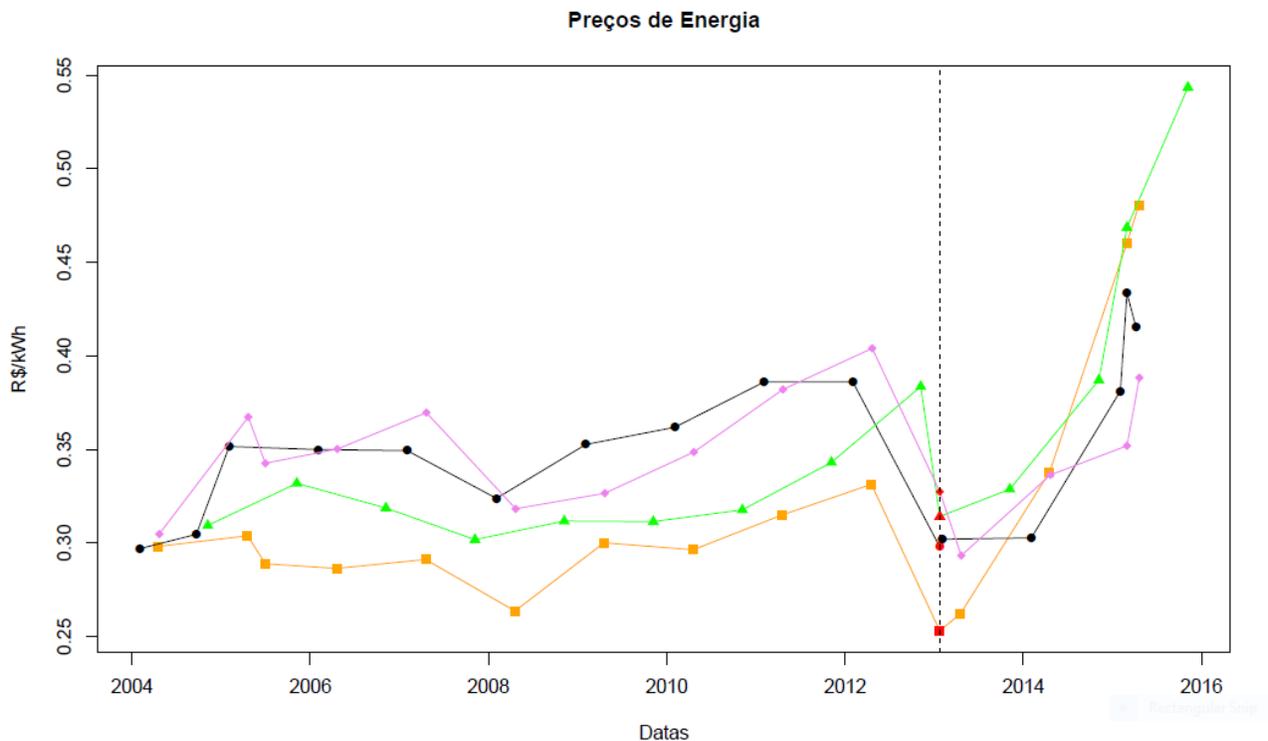
Com essas quatro séries é possível calcular a variação nos excedentes dos consumidores e descobrir se a redução foi benéfica ou prejudicial.

Assim, possibilitará planejadores governamentais e estudiosos do setor de energia avaliarem quais foram as implicações da redução para o país e a influência do corte na atual crise energética.

Abaixo encontra-se um gráfico para quatro das maiores concessionárias de distribuição de energia elétrica do Brasil de 2004 até 2015.<sup>4</sup> Antes da redução em 24/01/2013 os preços das quatro empresas aparentavam exibir um leve ciclo de alta, que é interrompido abruptamente pela intervenção. Vemos que após este momento, as tarifas aumentaram fortemente. A data da redução corresponde aos pontos vermelhos no gráfico, também indicada pela linha tracejada. O gráfico nos indica que certamente a diminuição nas tarifas foi uma “quebra estrutural” no seu processo gerador de dados.

---

<sup>4</sup> Desse ponto em diante, toda vez que for mencionada concessionária, empresa ou similar a referência é para ser entendida exclusivamente como concessionária de distribuição de energia elétrica.



Essas empresas são AES –SUL Distribuidora gaúcha de energia (em cor laranja), CPFL Sul Paulista (em cor preta), Light Serviços de eletricidade (em cor verde), COELBA – Companhia de eletricidade do Estado da Bahia (em cor violeta).

A tabela abaixo mostra a variância dos preços para essas quatro concessionárias antes do reajuste em 2013 e depois dele. Podemos ver claramente que a variância aumentou fortemente após o reajuste. A última linha mostra a média da variância nos preços para todas as concessionárias antes do reajuste e depois dele. O aumento na variância pós-2013 é dramático.

**Tabela I – Variância dos preços antes e depois do reajuste**

<b>Concessionária</b>	<b>Variância dos preços antes do reajuste (MWh)</b>	<b>Variância dos preços depois do reajuste (MWh)</b>
AES - SUL	292,55	3259,88
COELBA	842,96	1017,32
CPFL Sul Paulista	657,05	1380,65

Light	239,69	3091.139
Média da variância para todas as concessionárias	805,68	2283,71

## Motivação

O preço da energia elétrica é uma variável que influencia diretamente a vida de milhares de brasileiros. A curiosidade sobre o tema nasce acerca da enorme importância que a energia elétrica exerce sobre as decisões tanto de empresas como de pessoas.

Em janeiro de 2013 a presidente Dilma Rousseff anunciou a redução de cerca de 19% nas contas de luz, argumentando que as contas eram demasiadamente elevadas. Embora pareça haver um consenso na mídia de que os preços de energia elétrica em 2013 não teriam diminuídos se não fosse pela intervenção do governo federal, não há nenhum estudo empírico sobre o assunto ainda. Uma análise quantitativa permitirá que se tenha um maior entendimento do efeito desse corte na trajetória dos preços. Em última instância o trabalho busca estimar as variações nos excedentes dos consumidores devido ao corte.

Isso possibilitará uma compreensão mais refinada das consequências de mudanças nas tarifas de energia elétrica para o consumidor. Ao obter as variações nos excedentes dos consumidores é revelado o quanto o consumidor perdeu ou ganhou com um determinado reajuste tarifário. Assim instituições governamentais responsáveis pela escolha do preço da eletricidade poderão ser futuramente mais criteriosas e bem informadas sobre suas decisões.

Tendo em vista a dificuldade energética enfrentada pelo país num passado não muito distante, o trabalho procura ponderar se o reajuste foi algo que realmente beneficiou os consumidores de uma maneira que justificasse todo o indiscutível desequilíbrio que se seguiu no mercado energético.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> <http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/01/dilma-confirma-reducao-na-conta-de-luz-e-critica-pessimistas.html> [Acessado 11/05/2015]

## Revisão da literatura

O trabalho<sup>6</sup> da professora Amanda Schutze tratou de estimar a elasticidade preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil. O artigo explorou a heterogeneidade das distribuidoras em relação à data, à periodicidade e ao valor da alteração da tarifa para descobrir a elasticidade.

Schutze conclui que a elasticidade do preço no Brasil é por volta de -0.153, contrariando a ideia de que o consumo de energia elétrica tem elasticidade preço nula.<sup>7</sup> Ela ressalta a importância desse número para os agentes econômicos envolvidos com o setor energético. A elasticidade é interpretada da seguinte forma: um aumento de 10% nas tarifas causa um decréscimo de 1,53% no consumo de energia. O coeficiente evidencia que a demanda por energia elétrica é relativamente inelástica.

Ao calcular a elasticidade Schutze fez uma grande contribuição acerca da literatura do mercado energético brasileiro. A elasticidade revela a sensibilidade da demanda de energia a variações nas tarifas o que, entre outras coisas, torna possível o cálculo da variação no consumo de energia no país devido a uma oscilação nos preços. Isso nos permite dar um grande passo à frente no que concerne estudos quantitativos sobre o setor de energia.

No entanto, até a data de confecção desta monografia, a literatura acerca de preços de energia na ausência do reajuste de 2013 é escassa. Dessa forma a monografia busca fazer uma análise econométrica/estatística para estimar a série de preços na ausência do reajuste e, com esta série contra factual e utilizando a elasticidade calculada por Schutze, calcular as variações nos excedentes dos consumidores.

---

<sup>6</sup> Elasticidade Preço da Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil

## Organização dos dados

Os dados de tarifas residenciais foram coletados para cada distribuidora de energia elétrica do Brasil disponíveis no site da ANEEL<sup>8</sup> e devidamente organizados. Dois exemplos e demais explicações do formato desses dados podem ser encontrados no apêndice.

Para que fosse possível estimar um modelo capaz de fazer previsões sobre as séries de tarifas residenciais, dados de energia natural afluyente para o período de 01/01/2003 até 31/03/2016 foram coletados. Os dados de energia natural afluyente podem ser encontrados no site da ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico)<sup>9</sup>. Além disso, somente foram coletados os dados de energia natural afluyente para as regiões Sudoeste, Sul, Nordeste e Norte. Os valores iniciais dessa tabela podem ser encontrados no apêndice. O valor da energia natural afluyente estava em MW/médio e foi transformado em MW/Mensal (multiplicando-se o número em MW/médio por  $8760 \times 24 \times 30$ ).

A energia natural afluyente pode ser definida como a energia que se obtêm quando a vazão natural de um afluyente (linha de água que termina em um rio principal) é turbinada nas usinas hidrelétricas situadas rio abaixo, a partir de um determinado ponto de observação.<sup>10</sup> Esperamos que quando esse valor for baixo o preço da energia aumente. Isso acontece porque quando o valor observado de energia natural afluyente é baixo, isso implica que menos energia elétrica foi gerada pelas usinas hidrelétricas. Nesses casos as usinas termelétricas, que geram energia a um preço maior do que as usinas hidrelétricas, são usadas para compensar a queda na geração de energia pelas usinas hidrelétricas. Isso explicaria a relação negativa entre preço e energia natural afluyente.

---

<sup>8</sup> <http://www.aneel.gov.br> [Acessado em 04/05/2016]

<sup>9</sup> [http://www.ons.org.br/historico/energia\\_natural\\_afluyente.aspx](http://www.ons.org.br/historico/energia_natural_afluyente.aspx) [Acessado em 15/3/2016]

<sup>10</sup> <http://www.anacebrasil.org.br/portal/index.php/faqs/1-energia-eletrica/11-o-que-e-energia-natural-afluyente-ena> [Acessado em 01/04/2016]

Em que casos menos energia elétrica é gerada pelas usinas hidrelétricas? Esses casos seriam, por exemplo, quando há pouca chuva e, no intuito de se economizar a água dos reservatórios, acionam-se as usinas termelétricas.

Após os dados de energia natural afluyente serem coletados, restou a questão de como juntar os dados de tarifas residenciais com os dados de energia natural afluyente.

Foi decidido juntar os dados de tarifas residenciais e energia natural afluyente por mês e por região. Ou seja se o preço  $x$  da empresa AES – Sul, que é da região Sul, fosse observado no mês de abril, então adicionava-se o valor observado de energia natural afluyente para abril. Note que as concessionárias de energia não têm intervalos fixos para reajustes de tarifas, por exemplo: em 19/04/2004 a tarifa para a empresa AES-Sul era de 298,19 R\$/MWh, foi reajustada em 19/04/2005 para 303,85 R\$/MWh e reajustada novamente em 01/07/2005 para 288,90 R\$/MWh. Portanto a tarifa observada para todos os meses entre 19/04/2004 e 19/04/2005 foi de 298,19 R\$/MWh, o mesmo raciocínio sendo aplicado para as datas de reajustes posteriores.

Para cada mês também foi calculada a energia natural afluyente em todo país, somando-se as energias naturais afluyentes de cada região num determinado mês. Isso foi feito porque como o sistema brasileiro de energia elétrico é muito integrado as energias naturais afluyentes de cada região podem individualmente não influenciar os preços, enquanto que a soma destas influencie.

A tabela “*Tabela de dados agregados*” está incluída no apêndice e elucida muito mais claramente o que foi descrito acima. Nessa tabela estão incluídas variáveis construídas “artificialmente” como um número de identidade para distinguir cada empresa (por exemplo à empresa AES – Sul foi dado o número 1), energia natural afluyente com lags, dummies e dummies de sazonalidade.

Resumidamente, foi montada uma tabela de dados equivalente ao que chamamos de dados em painel.

Das 77 concessionárias que estavam no banco de dados, 10 foram excluídas porque eram na verdade concessionárias de energia que haviam trocado de nome. Se não fossem removidas da amostra estar-se-ia incluindo uma mesma empresa duas vezes. Sobraram, portanto, 67 concessionárias no banco de dados.

Foi considerado que concessionárias que dizem atender a região Centro-Oeste do Brasil atendem a região Sudeste (visto que não há dados de energia natural afluyente no site da ONS para a região centro-oeste). Isso acabou sendo irrelevante, já que somente a soma das energias foi usada no modelo.

## Modelo e resultados da regressão

O seguinte modelo linear foi postulado para os dados:

$$\text{Preço em megawatts}_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{Soma das energias naturais afluentes}_i) + \beta_2 (\text{Tendencia}_i) + \alpha_{ij} (\text{dummies concessionárias}_i) + (\gamma_{ij}) (\text{dummies meses}_i) + \mu_i$$

onde  $\alpha_i$  representa o coeficiente para cada concessionária, ou seja um coeficiente para cada variável dummy. No caso usamos uma amostra de 67 empresas portanto há 66 coeficientes de dummies utilizadas para as concessionárias.

A variável *dummies meses* representa variáveis dummies para os meses, e foi incluída para tratarmos de uma possível sazonalidade anual referente à variável energia natural afluyente. Como há 12 meses em um ano, há 11 variáveis dummies para os meses.

A variável tendência simplesmente foi criada e assume o valor de 1 para a menor data nas observações, 2 para a segunda menor data e assim em diante.

A soma da energias naturais afluentes foi uma variável criada a partir da soma das energias naturais afluentes de todas as regiões para um determinado mês. Isso foi feito porque os resultados obtidos com a regressão incluindo-se as energias naturais afluentes por região eram pífios. Os lags das variáveis também eram estatisticamente insignificantes quando incluídos na regressão.

Temos 7529 observações, portanto  $n = 7259$ .

$\mu$  é um termo de erro normal com média 0 e variância  $\sigma$ .

O método de estimação utilizado para obter os coeficientes foi o de mínimos quadrados ordinários.

Foi encontrado:

$$\hat{\beta}_0 = 267,7, \text{ com } p - \text{valor} = 2 \times 10^{-6}$$

$$\hat{\beta}_1 = -9,190 \times 10^{-12}, \text{ com } p - \text{valor} = 0,005$$

$$\hat{\beta}_2 = 0,6031, \text{ com } p - \text{valor} = 2 \times 10^{-6}$$

Os coeficientes de todas as variáveis podem ser encontradas na tabela “Regressão” disponível no apêndice.

Os p - valores dos três coeficientes acima são bem baixos, indicando que eles são estatisticamente significantes.

O coeficiente  $\hat{\beta}_0$  nos indica que as tarifas de energia elétrica têm um preço base de 267,4 R\$/MWh. Ou seja, a estimativa indica que essa é a menor tarifa possível.

O coeficiente  $\hat{\beta}_2$  nos indica que a tendência das tarifas de energia elétrica é de aumentar em 0,603 por mês.

O coeficiente de maior importância  $\hat{\beta}_1$  tem um resultado muito pequeno (o coeficiente é quase igual a 0) e um pouco desanimador. No entanto o coeficiente é negativo, o que está alinhado com a ideia de que quando a energia natural afluenta diminui o preço aumenta (devido ao acionamento das termelétricas). A conclusão é que a soma das energias naturais afluentes não tem muita influência em determinar os preços de energia residencial. O coeficiente também é bastante pequeno devido ao fato da soma das energias naturais afluentes ser um número bastante elevado.

A energia natural afluenta pode ser considerada uma variável exógena ao modelo porque o montante de água turbinada pelas usinas hidrelétricas não afeta a demanda por energia. Enquanto o consumo de energia pode apresentar causalidade simultânea com o preço de energia, pois um aumento no preço pode diminuir o consumo e vice-versa, a energia natural afluenta depende somente do regime de chuvas. Ou seja, a energia natural afluenta não tem como apresentar causalidade simultânea com o preço de energia.



## Excedente do Consumidor

Usando a elasticidade Preço da Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil, estimada em -0,153 no trabalho da Amanda Schutze, e o consumo mensal de energia elétrica das concessionárias foi calculada a variação mensal no excedente do consumidor. Com isso, foi possível observar quais foram as consequências da redução nos preços de energia elétrica para os consumidores.

O consumo mensal de energia elétrica foi obtido para 55 das 67 concessionárias, já que para 14 empresas esse dado não estava disponível. Esse dado corresponde ao quanto de energia em MWh que cada concessionária distribuiu num determinado mês, equivalentemente é o valor total de energia que cada empresa cobrou dos consumidores em suas faturas (conta de luz). É importante mencionar que mesmo se os clientes das empresas não tivessem consumido energia num determinado mês é considerado um valor mínimo de consumação.

A unidade de medida foi convertida de MWh para MW/Mês multiplicando se o valor em MWh por 720 ( $24 \times 30$ ).

Mais detalhadamente, o cálculo da variação no excedente do consumidor foi feito da seguinte forma: num determinado mês observava-se uma tarifa de energia elétrica, uma tarifa estimada e o consumo da energia para cada concessionária. Obtinha-se a variação entre a tarifa estimada e a verdadeira, a elasticidade preço da demanda era então usada para calcular o consumo que teria ocorrido caso a tarifa estimada tivesse vigorado. A partir disso era calculado a variação no excedente do consumidor.

Em equações:

$$\text{Diferença entre os preços}_i = \text{Preços estimados}_i - \text{Preços verdadeiros}_i$$

$$\text{Variação nos preços}_i = \frac{\text{Diferença entre os preços}_i}{\text{Preços verdadeiros}_i}$$

*Consumo estimado*<sub>i</sub>

$$= \text{Consumo verdadeiro}_i \cdot \left(1 + (-0,153^{11} \cdot \text{Variação nos preços}_i)\right)$$

$$\text{Variação no excedente}_i = \left(\frac{\text{Diferença entre os preços}_i}{|\text{Consumo verdadeiro}_i - \text{Consumo estimado}_i|}\right) +$$

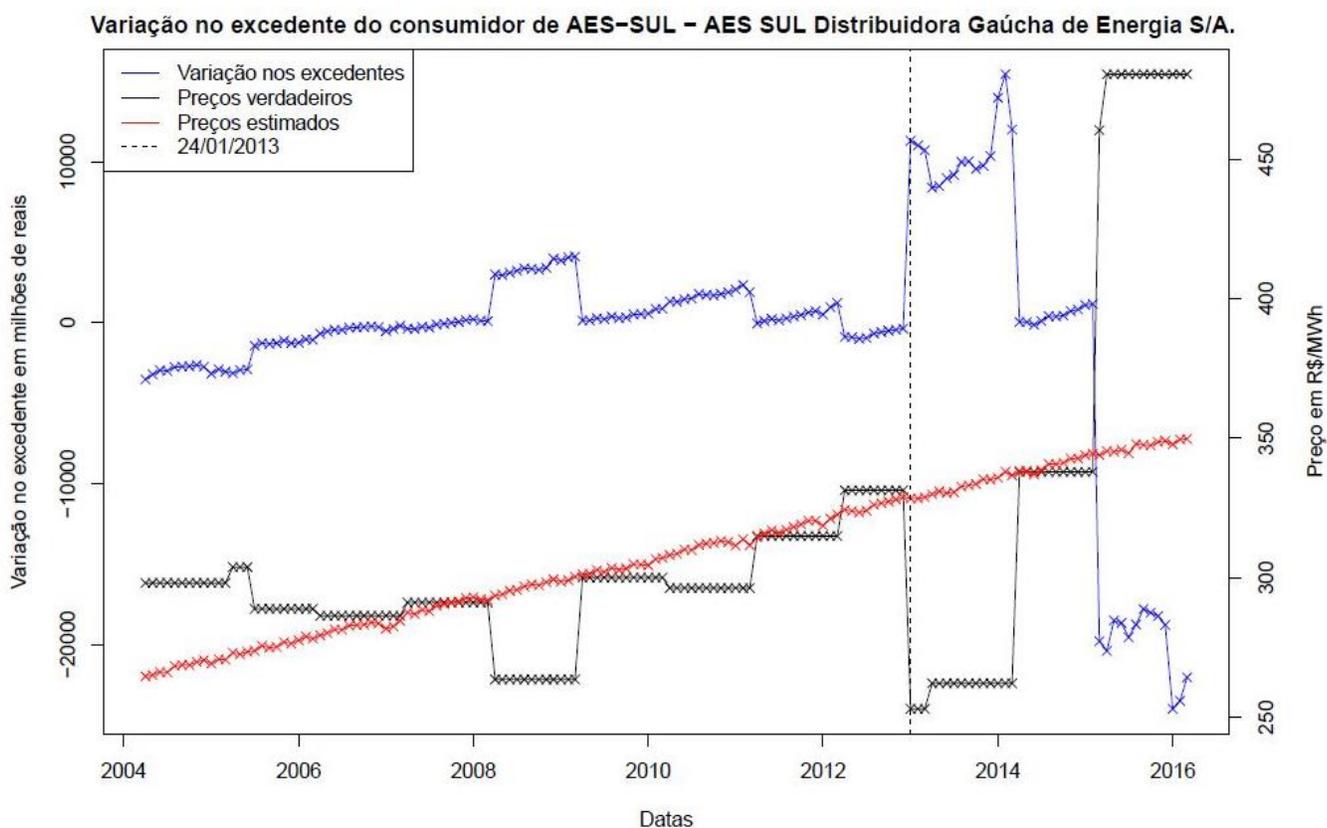
$$\text{Diferença entre os preços}_i \times \max(\text{Consumo verdadeiro}_i, \text{Consumo estimado}_i)$$

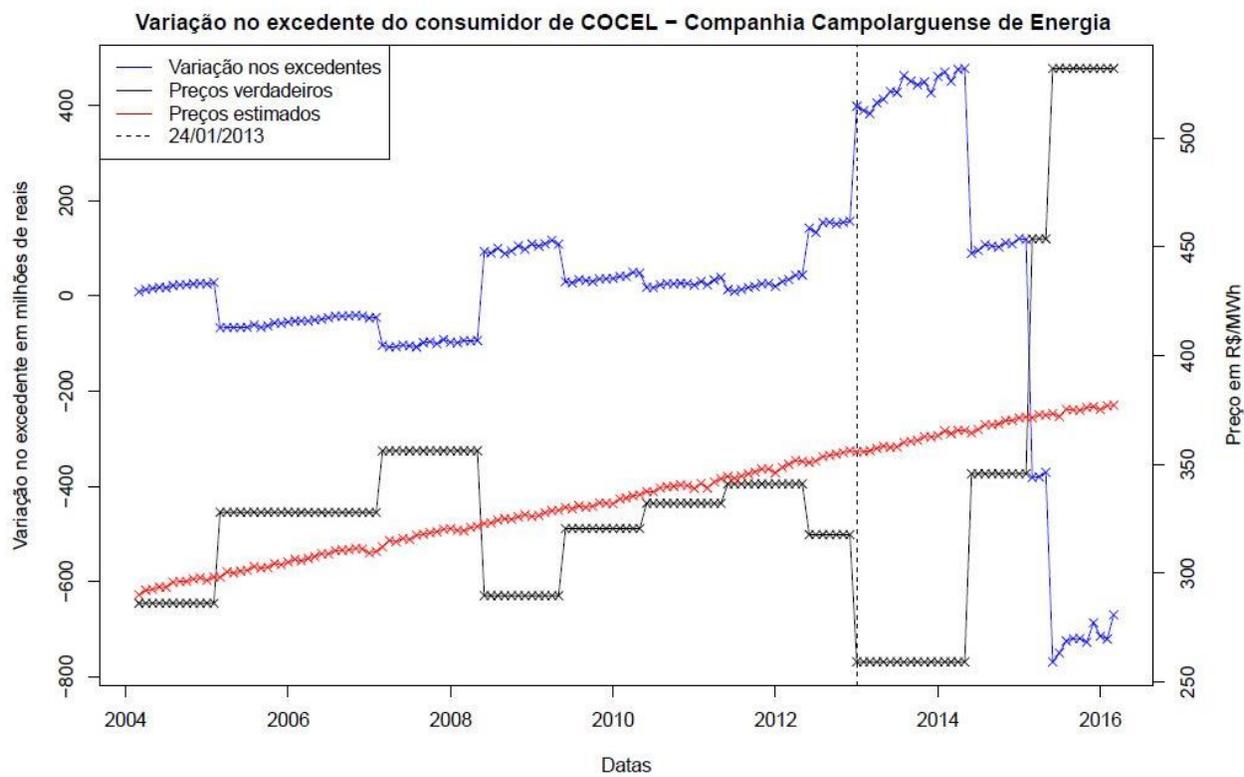
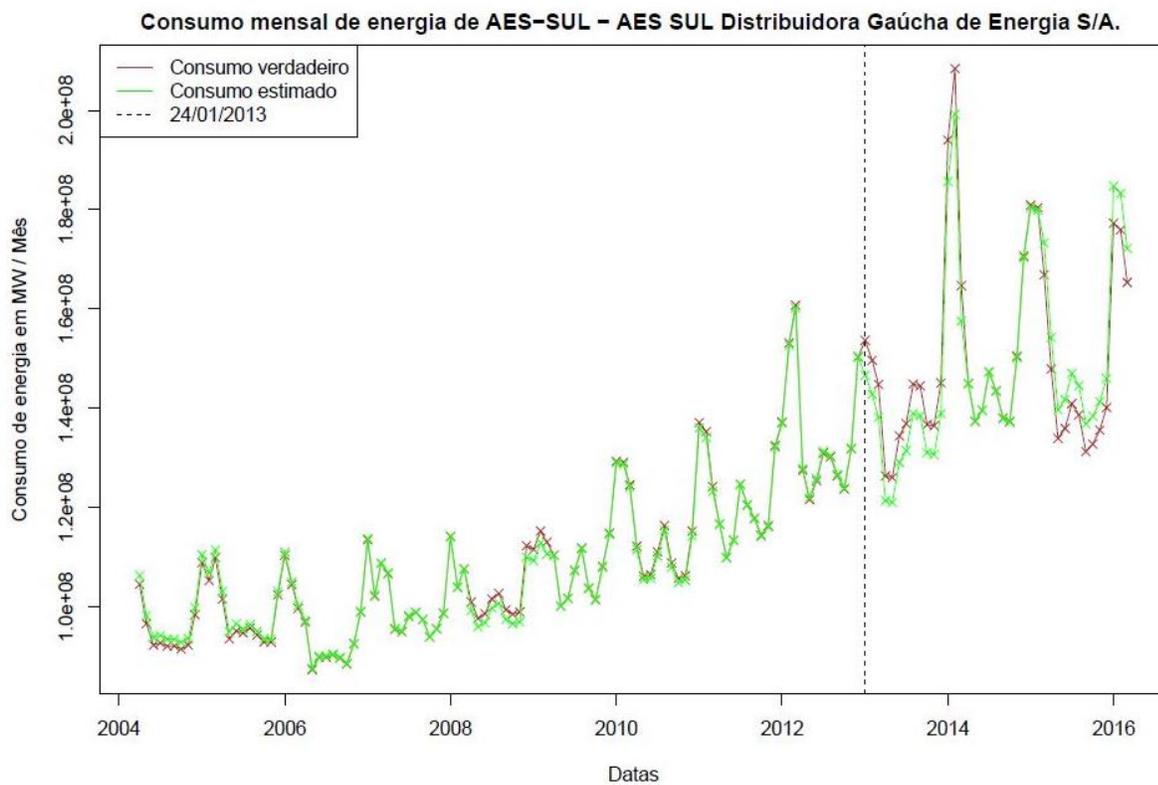
---

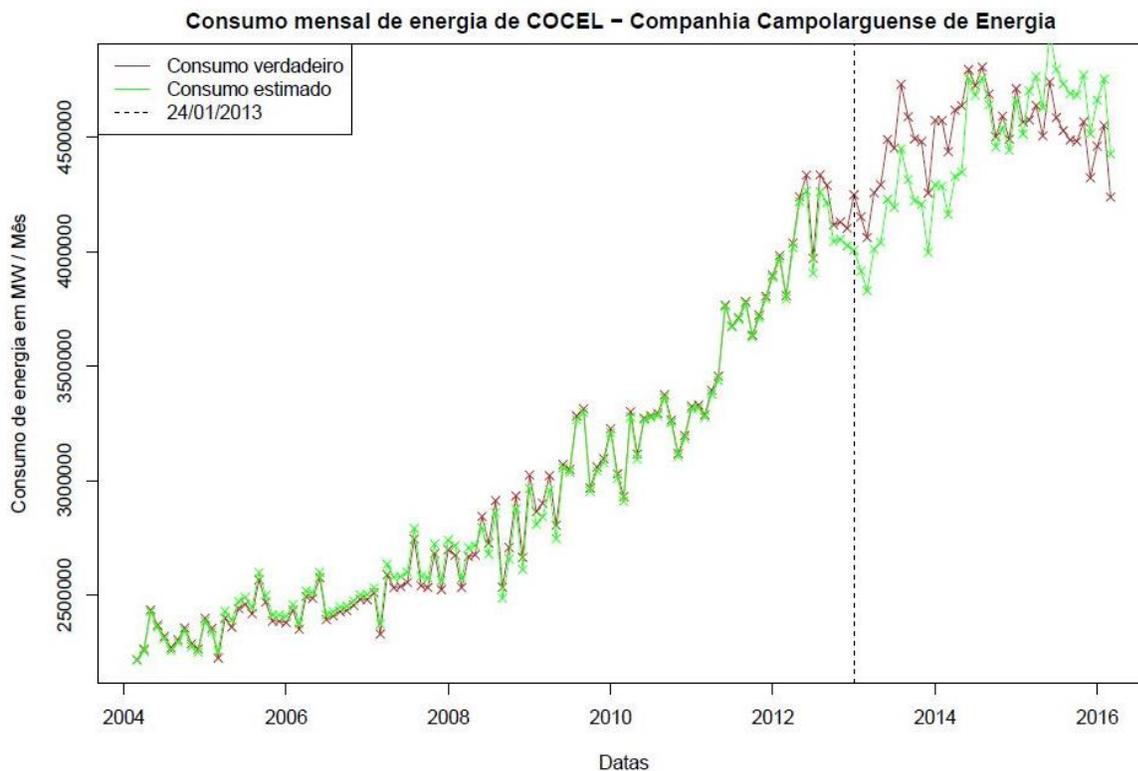
<sup>11</sup> Elasticidade preço da demanda residencial

## Gráficos de preços e consumos

Abaixo encontram-se quatro gráficos de duas concessionárias. O primeiro gráfico é da AES – Sul e mostra a série real e estimada dos preços além da variação no excedente do consumidor. O segundo gráfico mostra o consumo de energia observado e estimado da mesma concessionária. Os outros dois gráficos são os mesmos gráficos acima para a empresa COCEL.







Vemos pelos gráficos que a série de preços verdadeiros tem uma aparência de “escada”, isso acontece porque após um reajuste tarifário num determinado mês essa tarifa é observada por vários meses até a ocorrência de um novo reajuste. A série de preços verdadeiros oscila para cima e para baixo, embora seja possível observar para as duas concessionárias uma tendência de aumento até janeiro de 2013, quando foi imposta a redução. Após o reajuste de 2013 os aumentos nos preços são muito maiores do que os aumentos anteriores, e para as duas empresas o preço termina num nível muito maior que o observado pré-2013.

A série estimada dos preços é quase reta e apresenta pequenas flutuações. Isso acontece porque como o coeficiente  $\hat{\beta}_1$  é quase zero, a variável soma das energias naturais afluentes acaba tendo pouco impacto nos preços. As pequenas flutuações são causadas por

essa variável. A série de preços estimados continua a aumentar depois do reajuste num ritmo constante, como esperado.

O coeficiente  $\hat{\beta}_2$  da variável tendência tem valor positivo de 0,6031, então a tendência acaba por ter um peso muito maior na determinação da série contra factual de preços. Como a variável tendência é apenas uma série que vai de 1 até 146 isso explica a aparência de linha reta da série contra factual.<sup>12</sup> Vemos que para os dois gráficos de variação no excedente a série estimada de preços capta a tendência de aumento da série verdadeira de preços, pelo menos para o período pré-2013.

O mais interessante nos gráficos de excedente é a linha azul, que mostra a variação no excedente do consumidor ao longo do tempo. Vemos que antes de 2013 a série para os dois gráficos oscila levemente entre 0. É um resultado um tanto quanto esperado visto que como a série de tarifas contra factual é gerada principalmente pela variável de tendência, nos primeiros meses os preços estimados são sempre menores do que os preços verdadeiro e por isso que a variação no excedente é negativa. A medida que o tempo passa os preços estimados crescem e tornam a variação no excedente do consumidor nula ou um pouco positiva. Há pulos no excedente nesses dois gráficos devido aos reajustes nos preços verdadeiros, mas para o período pré-2013 a série de variação no excedente do consumidor é relativamente estável.

Quando há o reajuste em 2013 vemos que o excedente do consumidor, para as duas concessionárias, eleva-se grandemente. A variação continua sendo positiva nos dois casos até meados de 2014, quando os preços verdadeiros das empresas apresentam grandes subidas e a variação no excedente do consumidor de ambas decresce fortemente até que torna-se negativo. A variação negativa é grande nos dois casos porque a diferença entre os preços previstos e verdadeiros torna-se muito ampla. A série de preços verdadeiros termina num nível muito maior do que a série estimada, e isso cria essa grande variação no excedente do consumidor. Ressalta-se aqui que essas variações negativas no excedente representam perdas

---

<sup>12</sup> O número 1 foi dado à menor data da amostra 01/02/2004, o número 2 corresponde a segunda menor data 01/03/2004 ... e o número 146 corresponde à maior data da amostra 01/03/2016.

para o consumidor e vice-versa. Vale a pena explicitar que a variação no excedente do consumidor é principalmente explicada pela diferença entre os preços previstos e estimados, e não entre as séries de consumo.

As últimas séries a serem analisadas são as séries de consumo estimado e verdadeiro, que podem ser vistas nos gráficos de consumo mensal. As séries tanto estimada quanto verdadeira para as duas empresas apresentam picos nos finais e inícios de ano, isso se deve ao verão que começa por volta de dezembro e termina em março. A série de consumo verdadeiro (em marrom) e estimada são praticamente iguais nos dois casos, sendo as vezes até difícil de observar as mínimas diferenças entre elas nos gráficos. Podemos reparar que quando os preços diminuem em 2013, e um pequeno período afrente, o consumo verdadeiro é levemente maior do que o consumo estimado para a COCEL e AES - Sul. Isso é esperado pois se o preço das tarifas reduz a demanda por energia aumenta, consequentemente elevando o consumo. Essas duas séries ilustram que o consumo de energia é relativamente inelástico, embora o valor de  $-0,153$  para a elasticidade preço da demanda já indicasse isso a representação gráfica salienta este resultado. Ou seja, os consumidores de energia não são muito propensos a variarem seu consumo de energia devido a variações nas tarifas, mesmo essas variações sendo significantes.

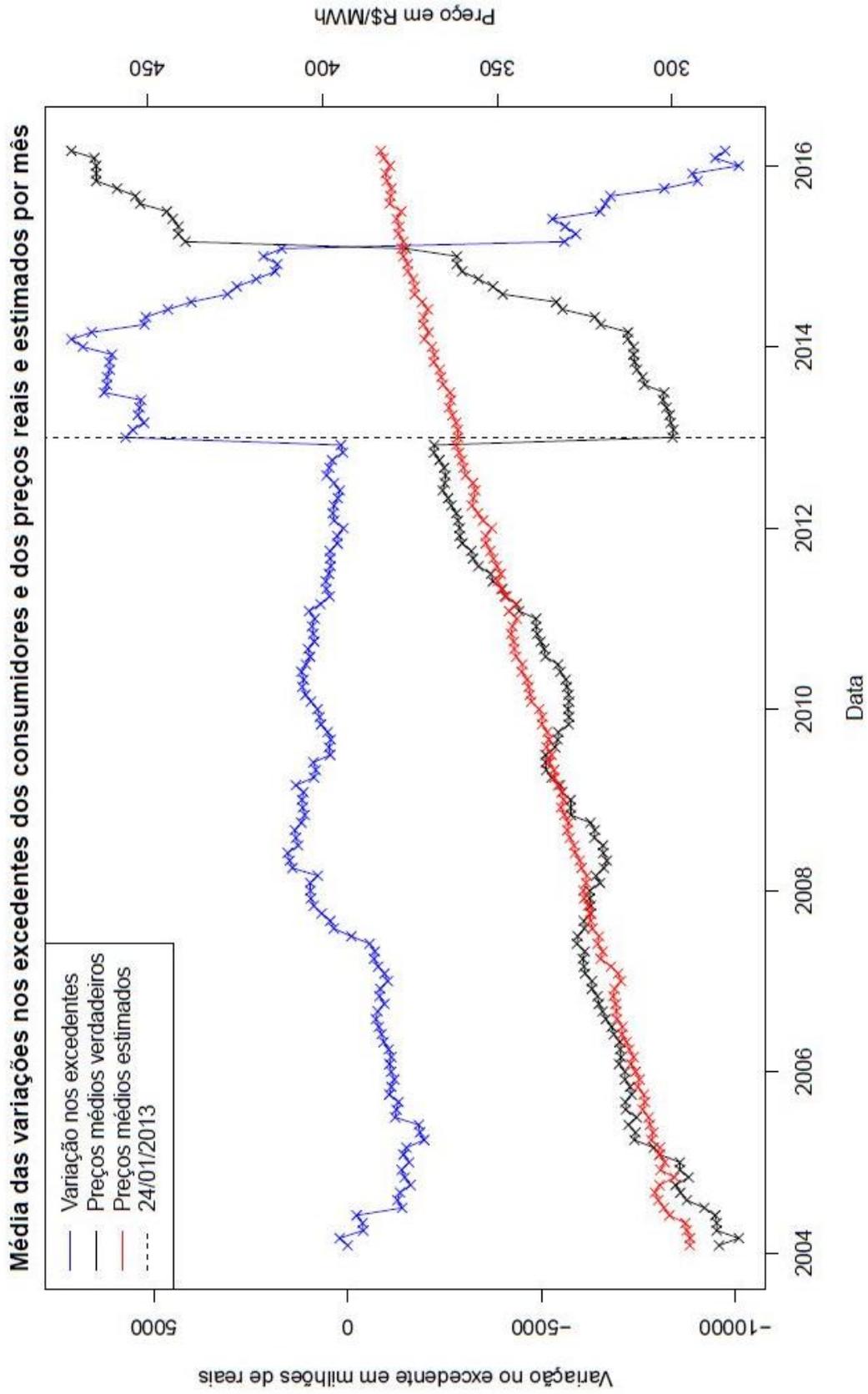
Ainda que os gráficos acima sejam interessantes para se analisar o que aconteceu com o excedente do consumidor (e com o consumo) devido aos reajustes, os dois gráficos que se seguem abaixo nos permitem uma análise similar mais útil.

## **Gráficos de média dos preços, das variações nos excedentes dos consumidores e dos consumos**

Há dois gráficos incluídos nas próximas páginas. O primeiro mostra a série de médias mensais das variáveis excedente do consumidor, preço verdadeiro e preço estimado. Ou seja, para um determinado mês, digamos 01/01/2005, foi calculado a média dos preços verdadeiros e estimados e a média das variações nos excedentes dos consumidores entre todas as concessionárias para aquele mês. O mesmo raciocínio segue para o segundo gráfico, que mostra a média mensal do consumo observado e estimado para todas as concessionárias.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Quando for observado um número no eixo y seguido de e+05 por exemplo, isso significa  $\times 10^5$

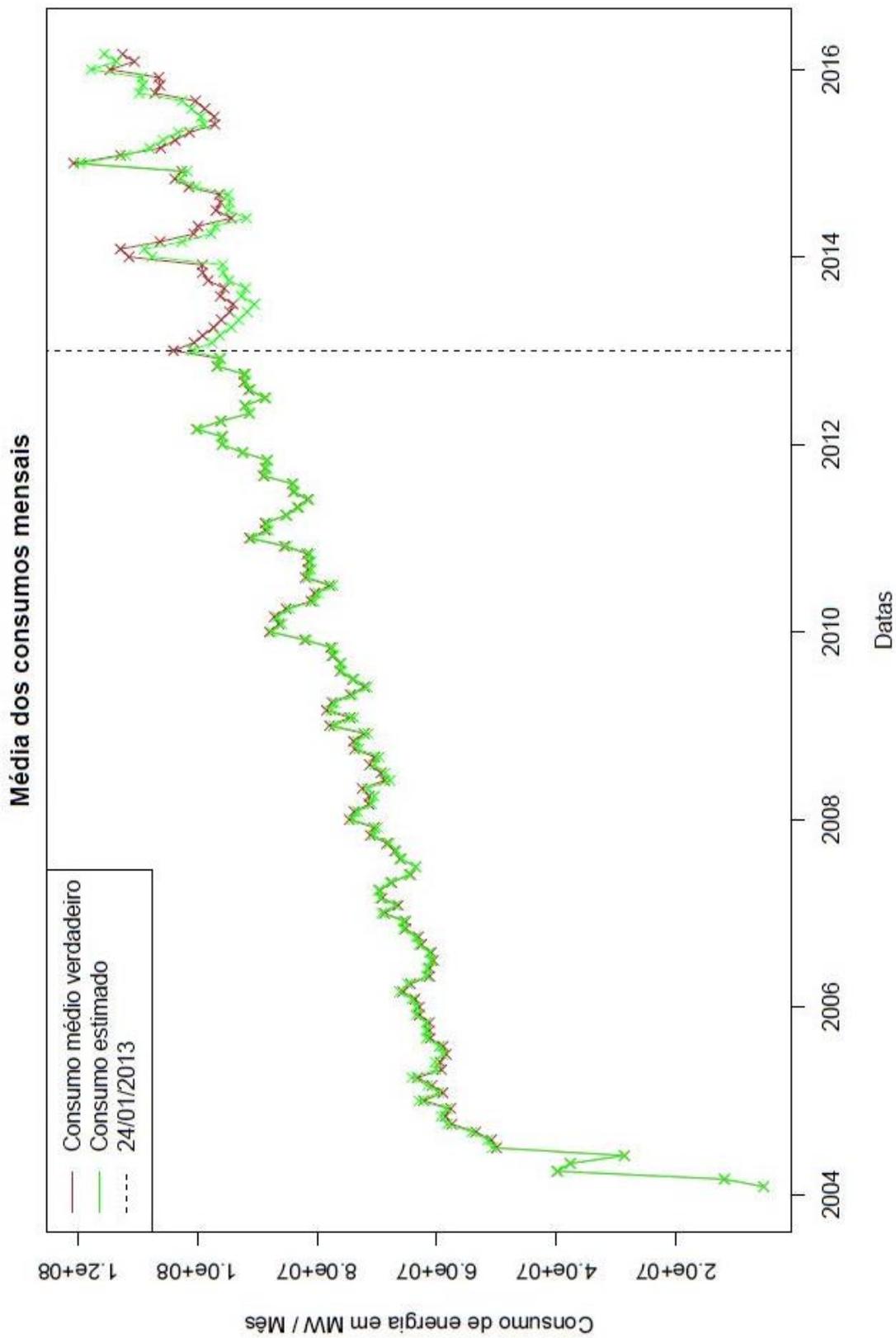


No caso do primeiro gráfico, até que o reajuste em 2013 ocorresse a média dos preços verdadeiros tendia a somente aumentar ao longo do tempo. A média dos preços estimados cresce ao longo do tempo, apresentando algumas pequenas flutuações. A variação média no excedente do consumidor flutua pouco pré-2013 exibindo algumas poucas oscilações mais significantes em algumas datas, indicando os reajustes nas tarifas que devem ter ocorrido em datas próximas umas das outras para a maioria das concessionárias. Os preços médios verdadeiros perdem a aparência de “escada” como nos gráficos anteriores porque estamos tratando da média das tarifas entre todas as concessionárias da amostra.

Quando há a diminuição tarifária em 2013 a média dos preços verdadeiros apresenta uma forte queda (obviamente). Nos períodos subsequentes apresenta leve aumentos até que em meados de 2014 os aumentos são muito mais bruscos. Olhando a trajetória das séries de preços, vemos que os preços médios estimados acompanham a tendência de aumento dos preços médios verdadeiros relativamente bem até 2013. Após essa data a diferença entre as duas séries é gritante. Há um forte indício de que o reajuste de 2013 mudou o processo gerador dos preços verdadeiros. Olhando o final do gráfico, há uma sugestão de que os preços verdadeiros até a data de confecção dessa monografia não estariam alto no nível que estão caso não houvesse tido a redução em 2013.

A série mais significativa do primeiro gráfico é a série de variação nos excedentes dos consumidores. Similarmente aos gráficos individuais das empresas, a diminuição em 2013 fez com que a variação média no excedente do consumidor aumentasse e ficasse positiva até meados de 2014. Quando os preços verdadeiros começam a aumentar fortemente em 2014, a variação média no excedente começa a decrescer cada vez mais abruptamente até se tornar negativa. Como nos gráficos anteriores, explicita-se que a variação no excedente do consumidor é essencialmente explicada pela diferença entre os preços previstos e estimados, e não entre as séries de consumo.

Ainda que o consumidor tenha ganho com o reajuste em 2013 e em alguns períodos subsequentes, o consumidor perde muito com os aumentos drásticos posteriores.



Analisando o segundo gráfico, vemos que o consumo médio verdadeiro e estimado são praticamente iguais, com a exceção do período pós janeiro de 2013. Podemos ver que o consumo verdadeiro é um pouco maior do que o consumo estimado na data de reajuste e após esta data até meados de 2014, quando o consumo previsto fica levemente maior do consumo observado. Esse resultado é um tanto quanto óbvio, pois como os preços médios estimados crescem continuamente algo longo do tempo, ao ocorrer o reajuste tarifário em 2013 os preços verdadeiros diminuem enquanto que os preços estimados continuam perto do seu nível anterior. Então necessariamente nesse ponto o consumo estimado seria menor do que o verdadeiro (pela maneira que a estimação é feita).

Novamente é ilustrado que o consumo de energia é relativamente inelástico, pois as séries são muito próximas umas das outras mesmo os preços terem variado fortemente em alguns momentos.

## Resultados finais

No intuito de descobrir se o consumidor perdeu ou ganhou com o reajuste, foi calculada a média das variações de 2013 até a última data observada em 2016. Ressalto aqui que foram somadas todas as variações nos excedentes dos consumidores para todas as concessionárias do período de 2013 até a última data, sendo essa soma dividida pelo número de observações desse período.

Ou seja, não foi calculada a média das médias!

O resultado encontrado foi:

$$\begin{aligned} \text{Média das variações nos excedentes} &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^n \text{Variação no excedente}_i \\ &= \text{R\$ } 708,722 \text{ milhões} \end{aligned}$$

Esse resultado parece indicar que mesmo os preços de energia tendo aumentado muito depois do reajuste de 2013, houve uma variação líquida positiva no excedente do consumidor de R\$ 708 milhões. É como se o consumidor<sup>14</sup> tivesse “ganho” R\$ 708 com a intervenção governamental.

Isso significa que o consumidor foi beneficiado pelo reajuste? A resposta é que muito provavelmente não. O valor de R\$ 708,722 não representa o “fim da história” no que concerne os impactos no consumidor do reajuste forçado de 2013. Um fator que influenciou na média das variações ser positiva é que só há dados de consumo de energia para as empresas até março deste ano. Se olharmos o gráfico de média nas variações nos excedentes, vemos que há mais observações de para o período de 2013 até meados de 2014, quando os preços começam subir fortemente. Para os períodos em que observa-se grandes aumentos nos preços, e portanto quando as variações no excedente começam a tornar-se negativas, não há

---

<sup>14</sup> O consumidor nesse caso é para ser entendido como todos os consumidores do país que pertencem à categoria de preços B1 – Residencial.

tantas observações. Desta maneira o resultado está viesado para mostrar uma variação líquida no excedente do consumidor.

## Conclusão

Foi calculado que o reajuste imposto pela Dilma Rouseff em 2013 gerou em média uma variação positiva no excedente do consumidor em R\$ 708,722 milhões<sup>15</sup>. Mesmo a média na variação do excedente sendo positiva para o período pós-reajuste ela não indica necessariamente que o país ganhou com isso. Isso porque o reajuste causou uma crise no setor elétrico, gerando uma conta de R\$ 53,8 bilhões para a sociedade brasileira, conforme um estudo feito pela CNI ainda em 2014.<sup>16</sup> O estudo estimou que R\$ 35,3 bilhões seriam repassados para os consumidores através de aumentos nas tarifas e os R\$ 18,5 bilhões seriam pagos pelo Tesouro Nacional. Embora esse estudo seja relativamente antigo, ele ilustra que o reajuste de 2013 provocou um desequilíbrio enorme no setor elétrico que foi e está sendo custeado tanto direta (através dos aumentos nas tarifas) quanto indiretamente (através de recursos do Tesouro) pela sociedade brasileira. Se fosse levado em conta esses custos indiretos, a média da variação no excedente do consumidor pós 2013 teria grandes chances de ser negativa (ou pelo menos muito menor do que R\$ 708 milhões).

É importante notar que à medida que mais dados de tarifas e consumo de energia sejam disponibilizados ao longo dos próximos períodos e caso, a variação no excedente do consumidor pode muito bem diminuir e ficar negativa. Isso porque nada indica que as tarifas de energia vão diminuir, além dela poderem continuar num ciclo de aumento.

Apesar de não ser o foco do estudo, ele também ilustrou que a demanda por energia é relativamente inelástica, visto que a diminuição nas tarifas e o subsequente aumento não causou grandes mudanças no consumo de energia.

---

<sup>15</sup> Essa variação no excedente foi observada para os consumidores da categoria B1 - Residencial

<sup>16</sup> <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,crise-no-setor-eletrico-gera-rombo-de-r-53-8-bilhoes-diz-cni,1528528> [Acessado em 20/5/2016]

## Referências bibliográficas:

Schutze, Amanda Motta, (2015). *Elasticidade Preço da Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil (versão preliminar)*.

Amato, Fábio, (2015). *Contas de luz sobem, em média, 23,4% no país a partir desta segunda*. [Internet]. Disponível em: < <http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/03/contas-de-luz-sobem-em-media-234-no-pais-partir-desta-segunda.html>> [Primeiro acesso 11/05/2015].

Monteiro, Tânia e Moura, Rafael Moraes (2015). *Dilma anuncia redução maior na conta de luz e critica previsões alarmistas*". [Internet]. Disponível em: < <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,dilma-anuncia-reducao-maior-na-conta-de-luz-e-critica-previsoes-alarmistas,141689e>> [Primeiro acesso 11/05/2015].

Rodrigues, Eduardo (2014). *Crise no setor elétrico gera rombo de R\$ 53,8 bilhões, diz CNI*. [Internet]. Disponível em: < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,crise-no-setor-eletrico-gera-rombo-de-r-53-8-bilhoes-diz-cni,1528528>> [Primeiro acesso 20/05/2016].

Sem autor. *O que é energia natural afluyente*. [Internet]. Disponível em: <http://www.anacebrasil.org.br/portal/index.php/faqs/1-energia-eletrica/11-o-que-e-energia-natural-afluyente-ena> [Acessado em 01/04/2016]

## Apêndice

### Tabelas:

A coluna “Data Início” corresponde à data em que determinada tarifa começou a vigorar.

A coluna “Data Fim” corresponde ao último dia de vigor de determinada tarifa.

Tabela II - Tarifas de energia para empresa AES – Sul

Data Início	Data fim	R\$/MWh
4/19/2004	4/18/2005	298,19
4/19/2005	6/30/2005	303,85
7/1/2005	4/18/2006	288,9
4/19/2006	4/18/2007	286,00
4/19/2007	4/18/2008	291,2
4/19/2008	4/18/2009	263,6
4/19/2009	4/18/2010	300,11
4/19/2010	4/18/2011	296,37
4/19/2011	4/18/2012	314,97
4/19/2012	4/18/2013	331,35
1/24/2013	4/18/2013	253,07
4/19/2013	4/18/2014	262,24
4/19/2014	4/18/2015	337,93
3/2/2015	4/18/2015	460,3
4/19/2015	4/18/2016	480,35

Tabela III - Tarifas de energia para empresa Amazonas Distribuidora de Energia S.A:

Data Início	Data fim	R\$/MWh
11/1/2004	10/31/2005	278,4
11/1/2005	10/31/2006	300,56
11/1/2006	10/31/2007	273,76
11/1/2007	10/31/2008	273,22
11/1/2008	10/31/2009	315,16
11/1/2009	10/31/2010	310,24
11/1/2010	10/31/2011	304,25
11/1/2011	10/31/2012	338,91
11/1/2012	10/31/2013	331,86

<b>1/24/2013</b>	10/31/2013	271,39
<b>11/1/2013</b>	10/31/2014	276,85
<b>11/1/2014</b>	10/31/2015	320,81
<b>11/1/2015</b>	10/31/2016	445,31

Tabela IV - Tabela de Energia natural afluyente (valores iniciais)

A coluna 2 contém os valores observados de energia natural afluyente (em MW/médios) para a região sudeste e as colunas 3, 4, 5 para as regiões sul, nordeste e norte respectivamente. A última coluna corresponde a soma das energias de cada região. Esse valor foi convertido para MW/Mês posteriormente.

Dates	SE	S	NE	N	Soma
<b>1/1/2003</b>	54440.52	5567.77	12542.55	5581.35	78132.19
<b>2/1/2003</b>	54001.82	6231.86	14449.64	8283.14	82966.46
<b>3/1/2003</b>	42273.42	5560.87	7471.74	11886.16	67192.19
<b>4/1/2003</b>	36179.3	2576.8	9050	13361.8	61167.90
<b>5/1/2003</b>	22693.26	2644.1	4453.16	7383.29	37173.81
<b>6/1/2003</b>	18961.87	5247.2	3368.27	3207.5	30784.84
<b>7/1/2003</b>	16254.35	4901.35	2678.16	1835.1	25668.96
<b>8/1/2003</b>	13349.1	2222	2345.87	1419.52	19336.49
<b>9/1/2003</b>	12701.83	1898.77	2259.63	953.1	17813.33
<b>10/1/2003</b>	14791.32	3771.65	1988.71	1070.52	21622.2
<b>11/1/2003</b>	19974.4	5196.87	2615.6	1984.3	29771.17
<b>12/1/2003</b>	31062.39	11699.94	5154.52	2926.48	50843.33
<b>1/1/2004</b>	43436	6355	10701	6528	67020.00
<b>2/1/2004</b>	65023	3234	19642	18322	106221.00

Tabela V - Tabela de dados agregados

Note que essa tabela contém 111 colunas, e várias dessas colunas correspondem às variáveis independentes que foram incluídas na regressão. Devido à grandeza da tabela não há como mostrá-la inteiramente aqui. A coluna “Data.Inicio” corresponde à data que uma determinada tarifa começou a vigorar. A coluna “ano\_e\_mes” corresponde aos meses em que uma determinada tarifa vigorou. Uma determinada tarifa de energia podia vigorar por vários meses. Por isso há tantas datas repetidas e valores repetidos para Data.Inicio e MWh.

nome_empresa	Região	ano_e_mes	Data.Inicio	MWh	identidade_empresa	Soma_Energia_afluenta
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/4/2004	4/19/2004	298.19	1	515664057600
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/5/2004	4/19/2004	298.19	1	367716067200
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/6/2004	4/19/2004	298.19	1	284940374400
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/7/2004	4/19/2004	298.19	1	257668041600
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/8/2004	4/19/2004	298.19	1	161842752000
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/9/2004	4/19/2004	298.19	1	147859689600
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/10/2004	4/19/2004	298.19	1	221250268800
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/11/2004	4/19/2004	298.19	1	244971648000
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/12/2004	4/19/2004	298.19	1	326176848000
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/1/2005	4/19/2004	298.19	1	542987226432
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/2/2005	4/19/2004	298.19	1	387356688000
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/3/2005	4/19/2004	298.19	1	347356425600
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/4/2005	4/19/2005	303.85	1	285135897600
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/5/2005	4/19/2005	303.85	1	204586646400
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/6/2005	4/19/2005	303.85	1	163961971200
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/7/2005	7/1/2005	288.9	1	264587923008
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/8/2005	7/1/2005	288.9	1	303069853152
AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.	S	1/9/2005	7/1/2005	288.9	1	303069853152

<b>AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.</b>	S	1/10/2005	7/1/2005	288.9	1	262228147200
<b>AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.</b>	S	1/11/2005	7/1/2005	288.9	1	463408905600
<b>AES-SUL - AES SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A.</b>	S	1/12/2005	7/1/2005	288.9	1	422593185312

Tabela V – Regressão

Essa tabela contém os coeficientes e outras estatísticas das variáveis incluídas na regressão.

Variáveis	Coeficiente	Erro padrão	Estatística t	P - valor
(Intercept)	267.6692737	2.80903329	95.28875099	0
	-9.18971E-		-	
Soma_Energia_afluente_Pais	12	3.30026E-12	2.784544347	0.005375
Tendencia	0.60312263	0.009130748	66.05401902	0
dummy_2	1.655494588	3.108019151	0.532652634	0.594292
dummy_3	91.83996587	3.116341564	29.47044282	1.1E-179
dummy_4	8.215259376	3.099847005	2.650214467	0.008063
	-		-	
dummy_5	5.127770718	3.108019151	1.649851712	0.09902
	-		-	
dummy_6	17.96243604	3.039501588	5.909664963	3.59E-09
	-		-	
dummy_7	95.83940337	3.108019151	30.83616886	1.8E-195
dummy_8	34.26337605	3.083942824	11.11025009	1.97E-28
dummy_9	6.044678261	3.108019151	1.944865191	0.051833
	-		-	
dummy_10	28.64573286	3.083942824	9.288671839	2.07E-20
dummy_11	5.854619809	3.53135953	1.657894009	0.097385
dummy_12	12.64515822	3.083942824	4.100321875	4.17E-05
dummy_13	6.51690954	3.091823496	2.107788348	0.035086
dummy_14	28.01783149	3.083942824	9.085068398	1.34E-19
dummy_15	3.743277036	3.083942824	1.213795861	0.224868
dummy_16	31.13287566	3.04656836	10.2189979	2.45E-24
dummy_17	92.14159387	3.083942824	29.87785414	2.5E-184
dummy_18	34.91684139	3.083942824	11.32214291	1.88E-29
dummy_19	60.70703941	3.083942824	19.68487838	6.32E-84
dummy_20	54.87284153	3.108019151	17.65524563	3.11E-68
	-		-	
dummy_21	2.563689086	3.108019151	0.824862705	0.409479
	-		-	
dummy_22	10.77552015	3.039501588	3.545160231	0.000395
dummy_23	88.47330954	3.091823496	28.61525235	4.4E-170
dummy_24	0.245694802	3.039501588	0.080833911	0.935576
dummy_25	27.46400773	3.04656836	9.01473543	2.53E-19
dummy_26	52.55428571	3.05376256	17.20968303	5.38E-65
dummy_27	68.82228571	3.05376256	22.53688175	1.7E-108
dummy_28	51.54868546	3.039501588	16.95958497	3.28E-63

dummy_29	5.442571429	3.05376256	1.782251017	0.074753
dummy_30	16.10309025	3.039501588	5.297937763	1.21E-07
dummy_31	67.68962004	3.039501588	22.26997357	4.4E-106
dummy_32	86.1832649	3.039501588	28.35440693	3.4E-167
dummy_33	56.55186303	3.039501588	18.60563694	2.16E-75
dummy_34	55.31616209	3.039501588	18.19908972	2.74E-72
dummy_35	6.924956346	3.099847005	2.233967139	0.025518
dummy_36	26.30809524	3.05376256	8.614977334	8.61E-18
dummy_37	47.04697681	3.068587613	15.33180171	3.52E-52
dummy_38	17.8324137	3.068587613	5.811277355	6.48E-09
dummy_39	5.916080899	3.039501588	1.946398358	0.051648
dummy_40	29.59485368	3.039501588	9.736745589	2.94E-22
dummy_41	53.14419641	3.04656836	17.44395337	1.09E-66
dummy_42	9.399573771	3.04656836	3.085298822	0.002042
dummy_43	51.41971268	3.083942824	16.6733677	3.38E-61
dummy_44	49.42835173	3.108019151	15.90349008	6.15E-56
dummy_45	31.20270497	3.068587613	10.16842564	4.09E-24
dummy_46	11.77340489	3.076197112	3.827259587	0.000131
dummy_47	65.62008733	3.039501588	21.5890946	5.1E-100
dummy_48	110.5923166	3.068587613	36.04013656	2.6E-260
dummy_49	94.43009524	3.05376256	30.92254011	1.8E-196
dummy_50	71.93419048	3.05376256	23.55592128	5.6E-118
dummy_51	56.52580952	3.05376256	18.51021761	1.17E-74
dummy_52	13.99714286	3.05376256	4.583572751	4.65E-06
dummy_53	43.03532633	3.068587613	14.02447372	4.56E-44
dummy_54	51.36040575	3.083942824	16.65413682	4.61E-61
dummy_55	22.49456417	3.083942824	7.294092481	3.35E-13
dummy_56	15.50857143	3.05376256	5.078512531	3.91E-07
dummy_57	102.4620853	3.076197112	33.30803638	2.3E-225
dummy_58	51.66208892	3.083942824	16.75196068	9.54E-62
dummy_59	49.13115157	3.068587613	16.01099847	1.17E-56
dummy_60	45.25367308	3.083942824	14.6739663	5.16E-48
dummy_61	26.44840489	3.076197112	8.597760132	9.99E-18
dummy_62	21.21569867	3.108019151	6.826115811	9.48E-12
dummy_63	0.472637445	3.108019151	0.152070313	0.879136
dummy_64	23.17522924	3.068587613	7.552409174	4.84E-14
dummy_65	62.83453629	3.076197112	20.42604358	4.93E-90
dummy_66	72.43274938	3.116341564	23.24287884	5E-115

dummy_67	104.2235741	3.116341564	33.44420757	4.6E-227
	-	-	-	-
dummy_agosto	1.983870493	1.565221458	1.267469522	0.205031
	-	-	-	-
dummy_dezembro	0.799312181	1.326778793	0.602445702	0.546898
	-	-	-	-
dummy_fevereiro	0.080207636	1.362735284	0.058857826	0.953067
	-	-	-	-
dummy_janeiro	0.618636341	1.380655229	0.448074456	0.654114
	-	-	-	-
dummy_julho	2.761834944	1.521064187	1.815725443	0.069457
	-	-	-	-
dummy_junho	1.772277062	1.476222232	1.200548958	0.229968
	-	-	-	-
dummy_marco	0.606839735	1.349116655	0.449805236	0.652865
	-	-	-	-
dummy_maio	1.503785333	1.38456098	1.086109861	0.277469
	-	-	-	-
dummy_novembro	1.551060848	1.457818367	1.063960287	0.287385
	-	-	-	-
dummy_outubro	2.276359701	1.507836426	1.509686105	0.13117
	-	-	-	-
dummy_setembro	2.335742517	1.570572638	1.487191652	0.137011

