



Grupo de Estudo de Comercialização, Economia e Regulação do Mercado de Energia Elétrica-GCR

Incentivos à Demanda: Efetividade do Mecanismo de Bandeiras Tarifárias na Alteração do Perfil de Consumo dos Agentes de Classe

AUGUSTO CÉSAR MONTENEGRO E SILVA(1);
CHESF(1);

RESUMO

A partir de dados de consumo cativo de energia elétrica, dos agentes de classe, essa pesquisa lança mão de um modelo econométrico, para avaliar se a sinalização, aos consumidores, dos reais custos de geração de energia elétrica, à qual confere o Mecanismo das Bandeiras Tarifária, implementado no Brasil a partir de 2015, foi efetivo na alteração do perfil de consumo dos agentes. Os resultados apontam para a inocuidade do mecanismo na redução da demanda cativa, configurando-o apenas como uma forma de antecipação de receita às distribuidoras.

PALAVRAS-CHAVE

Consumo Cativo, Bandeiras Tarifárias, Agentes de Classe

1.0 - INTRODUÇÃO

Existe uma dificuldade implícita à tentativa de gerenciar o consumo de energia elétrica no Brasil, via incrementos nos valores das tarifas: a baixa elasticidade-preço-demanda, sobretudo para a classe de consumo residencial (MODIANO, 1984; ANDRADE; LOBÃO; 1997; SCHMIDT, 2004; GOMES, 2010). Tentar, pois, induzir, via tarifa, uma redução no uso de eletricidade, pelos consumidores residenciais, é completamente ineficaz. No trabalho mais recente, Gomes (2010) faz estimacões com tarifas médias e tarifas homologadas pela ANEEL e encontra resultados praticamente idênticos, apontando para a inelasticidade do consumo residencial em relação ao preço.

O Mecanismo de Bandeiras Tarifárias (BT ou MTB), conforme amplamente divulgado, e constantes na Resolução Normativa nº 547, de 16 de abril de 2013, que estabelece os procedimentos comerciais para a aplicação do mecanismo, e no Submódulo 6.8 do PRORET, da ANEEL; tem a intenção de sinalizar aos consumidores cativos os reais custos da geração mensal de energia elétrica no sistema hidrotérmico brasileiro, e equalizar a parcela de custos variáveis da aquisição de energia elétrica. O mecanismo opera aplicando um acréscimo ao valor da tarifa de energia em caso de condições de geração adversas, com o intuito de reduzir o consumo de eletricidade (ou incentivar o uso consciente desse bem) por parte dos consumidores cativos.

O presente informe técnico, investiga, portanto, se a tentativa de gerenciamento da demanda de energia elétrica, à qual imputa a implantação do MBT, em 2015, ocasionou alguma alteração relevante no perfil de consumo residencial, industrial cativo e comercial cativo. Tomando por base os dados de consumo de energia elétrica da EPE, constrói-se um modelo econométrico com variáveis dummy, que compara a média condicional dos consumos por classe de agente, nos períodos de acionamento das BT.

Os resultados empíricos indicam que o consumo residencial em nada foi alterado pela variação mensal na tarifa, quando do acionamento das bandeiras amarela e vermelha. Embora haja uma eventual redução no consumo industrial e comercial cativo nesses períodos, as análises mostram que este fenômeno se deve muito mais a efeitos relativos a um processo de migração de ambiente de contratação do ACR para o ACL, a partir do estouro das tarifas em 2015, e à uma queda efetiva na demanda, como consequência da crise econômica.

Além dessa introdução, o item 2 faz uma breve discussão sobre o consumo recente de energia elétrica no Brasil; o item 3 discute, sucintamente o MBT e suas alterações legislativas e metodológicas de 2013 à 2018; o item 4 traz uma discussão sobre como o gerenciamento da demanda é operacionalizado e discutido na literatura; no item 5 a abordagem teórica econométrica e microeconômica é discutida; no item 6 são apresentados os dados e as limitações da pesquisa; e nos itens 7 e 8, respectivamente, são apresentados os resultados as discussões e as conclusões deste informe técnico.

2.0 - CONSUMO RECENTE DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A partir da separação explícita dos ambientes de contratação, em ACL e ACR, através marco regulatório que compõe o novo modelo do setor elétrico¹, o perfil de consumo dos agentes de classe passou por alterações, especialmente quando consumidores industriais e comerciais cativos começaram a migrar seus contratos do ACR para o ACL. As Figura 1 e 2, abaixo, apresentam o consumo mensal de energia elétrica entre os anos de 2004 e 2018. Foram criados índices de consumo, com a finalidade de colocar o consumo dos três agentes classe em níveis comparáveis.

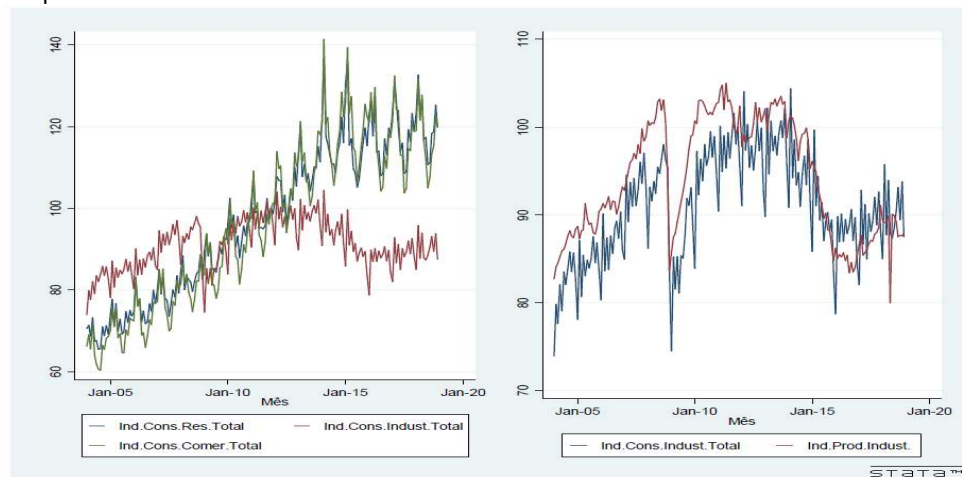


Figura 1 – (a) Índices de Consumo dos Agentes de Classe; (b) Índice de Consumo Industrial X Produção Física (Fonte de dados: EPE, IBGE)

¹ O Decreto 5.163/2004 regulamenta a Lei 10.848/2004 que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, possibilitando a contratação da energia regulada ou livre.

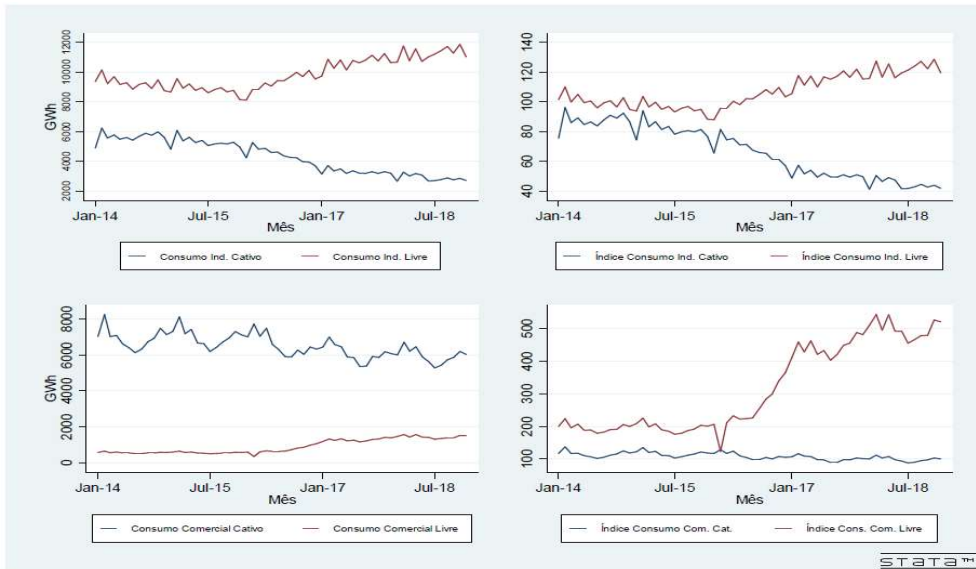


Figura 2 – (a) Consumo Industrial Cativo e Livre; (b) Índice de Consumo Industrial Cativo e Livre; (c) Consumo Comercial Cativo e Livre; (d) Índice Consumo Comercial Cativo e Livre (Fonte de dados: EPE, IBGE)

O painel (a) da Figura 1 mostra índices de consumo total dos três agentes de classe. O painel (b) plota, conjuntamente, o índice do consumo industrial e o índice de produção física do IBGE, que comprova o quanto o consumo industrial depende da produção. Na Figura 2, nos painéis (a) e (b), olha-se para os consumos cativo e livre da classe industrial, enquanto em (c) e (d) o consumo comercial é observado. Percebe-se o grande aumento do consumo de energia elétrica no mercado livre e a respectiva redução do consumo cativo das distribuidoras, fatos que já foram discutidos pela PSR, em seu relatório Energy Report (ER edição 87 e 99), que atribuiu a massiva migração de consumidores do ACR para o ACL ao resultado da brusca elevação das tarifas de energia a partir de 2015, conforme mostra a Figura 3(a), abaixo.

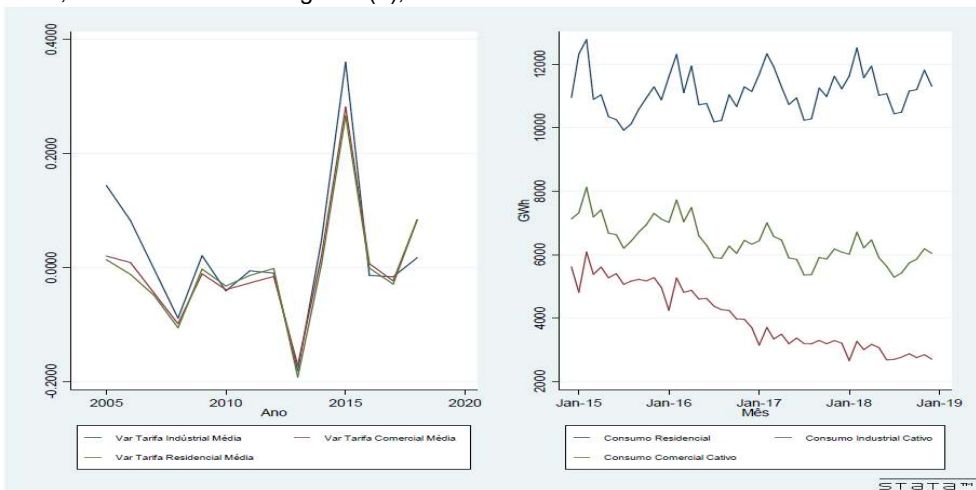


Figura 3 – (a) Variação Anual nas Tarifas de Energia Elétrica (Base Dez/2018); (b) Consumo Cativo 2015-2018 (Fonte de dados: EPE)

A Figura 3(b) mostra a dimensão do consumo residencial em relação aos outros agentes de classe entre os anos de 2015 e 2018. Os dados da EPE mostram que o consumo residencial fechou dezembro de 2018 com uma participação de cerca de 56% no consumo cativo total, ante os percentuais de 30% e de 14% que, respectivamente, estão representados o consumo comercial cativo e industrial cativo. Esses números evidenciam

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

o peso que tem o consumo residencial sobre o mercado cativo. Logo, qualquer mecanismo econômico eficaz que tente gerenciar a demanda cativa de eletricidade deve, prioritariamente, concentrar-se em incentivos aos consumidores residenciais.

3.0 - O MECANISMO DE BANDEIRAS TARIFÁRIAS (MBT)

O mecanismo econômico implementado pelas Bandeiras Tarifárias visa desincentivar o consumo de energia elétrica através de uma variação no valor da tarifa, quando as condições de geração de energia elétrica estão desfavoráveis, com a finalidade de transformar o consumidor final de eletricidade em participante ativo na gestão das condições de geração do país. O intuito do mecanismo remete, pois, à disciplinar o consumo dos consumidores residenciais e dos consumidores comerciais e industriais pequenos, ou seja, se quer remodelar o comportamento de destes agentes. Grandes consumidores comerciais e consumidores industriais podem, simplesmente, migrar para o mercado livre com a elevação média das tarifas, o que, de fato, ocorreu a partir de 2015 com o brusco aumento das tarifas de energia.

Desde a sua definição, através da Resolução Normativa da Aneel nº 547/2013, o MBT se configurou num mecanismo confuso, cuja concepção real deve se situar entre estar destinado a realmente gerenciar a demanda por energia dos consumidores cativos, quando da elevação dos custos de geração, ou a apenas uma maneira de antecipação de caixa às distribuidoras, em virtude da elevação dos custos de compra de energia curto prazo². O MTB sofreu alterações metodológicas no tange o acionamento das Bandeiras Amarela e Vermelha ao longo desses quatro anos e meio de vigência do mecanismo, assim como os valores dos acréscimos às tarifas foram algumas vezes revisados neste período. A Figura 4 mostra o comportamento dos valores acrescidos as tarifas ao longo do período analisado. A partir de maio de 2018, a Resolução Homologatória nº 2.392, da Aneel, estabeleceu os valores de cobrança que vigoravam no final de 2018, com acréscimos de R\$ 10,00, R\$ 30,00 e R\$ 50,00, respectivamente, às Bandeiras Amarela, Vermelha P1 e Vermelha P2.

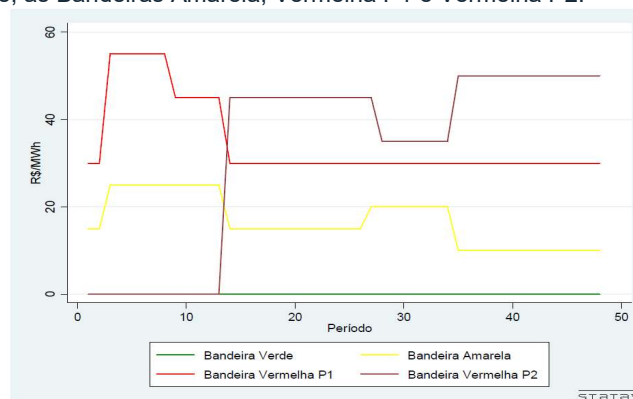


Figura 4 – Valores de Acréscimos às Tarifas 2015-2018 (Fonte de dados: ANEEL)

A metodologia para o acionamento das BT também foi modificada duas vezes durante esse período. Inicialmente se propunha o acionamento das Bandeiras Amarela e Vermelha considerando o somatório do CMO³ e o ESS_SE⁴ para alguns valores corte (ficou vigente até março de 2015). A partir de abril de 2015, o CVU da última usina despachada por ordem de mérito ou segurança energética passou a ser considerado para o acionamento das Bandeiras. Por fim, desde novembro de 2017 uma metodologia que incorpora o risco hidrológico e o PLD médio mensal está em vigor. A figura 5, abaixo, mostra, para os 48 meses do período analisado, as bandeiras que foram acionadas e o correspondente comportamento dos consumidores residencial, industrial e comercial cativos.

² Questões discutidas no artigo “Bandeira branca. Urgente!” de Edvaldo Santana, publicada em 7 de novembro de 2017, no Canal Energia.

³ Custo Marginal de Operação, publicado semanalmente pelo ONS.

⁴ Encargo de Serviço de Sistema por Segurança Energética.

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

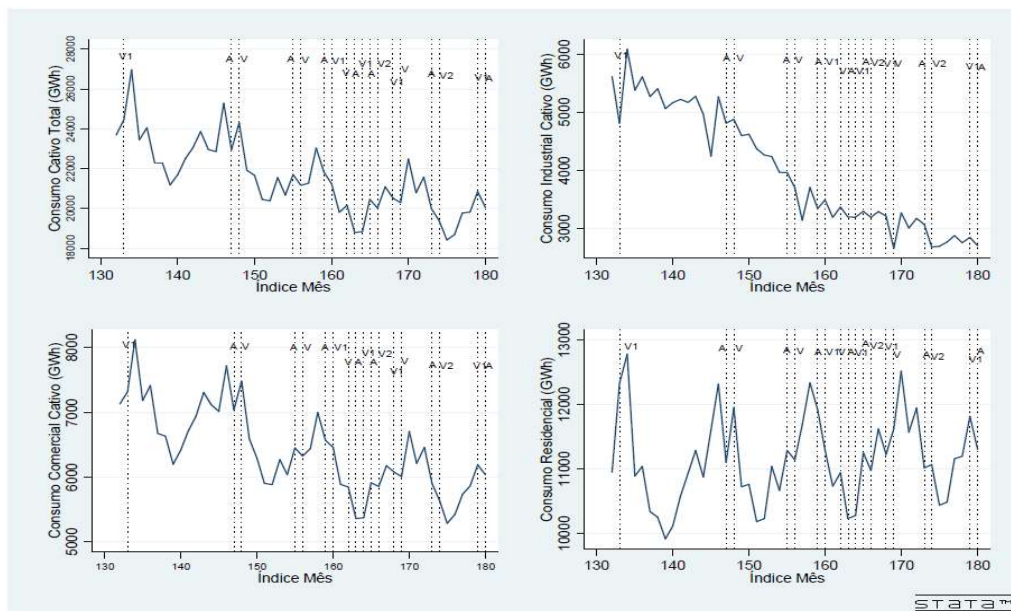


Figura 5 – Consumo Cativo X Bandeiras Tarifárias 2015-2018 (Fonte de dados: EPE, ANEEL)

4.0 - GERENCIAMENTO DA DEMANDA POR ENERGIA ELÉTRICA

A literatura de incentivos econômicos à demanda aplicados ao consumo de energia elétrica é bastante ampla e diversificada. Trabalhos como os de Abadi e El-Sadaany (2007) e Abadi e El-Sadaany (2008), apresentam uma visão de modelos de incentivos de resposta da demanda a variações no preço da energia. No primeiro trabalho, os autores dão uma visão geral dos modelos de resposta da demanda, nos mercados de energia elétrica. Eles mostram que há três ações gerais, às quais são induzidos os consumidores pela variação nos preços: (1) redução de consumo em horários de pico, onde os preços são mais elevados, sem mudar o padrão de consumo nos demais períodos; (2) deslocamento do consumo para os horários mais baratos; (3) utilizar geração própria em horários onde os preços são maiores. Havendo, entretanto, limitações para os consumidores residenciais se comportarem de tal maneira. O trabalho ainda fundamenta o subsídio como uma forma de induzir uma alteração no comportamento da demanda dos consumidores. Os dois trabalhos, mostram como benefícios dessa forma de gerenciamento da demanda a redução dos preços da energia, a melhoria na confiabilidade do sistema e a redução da volatilidade dos preços.

Contudo, modelos de gerenciamento da demanda via preço, essencialmente, vale-se da elasticidade preço - demanda por energia elétrica para cada classe de consumidores. Vários trabalhos abordam esse tema da elasticidade no mercado de energia elétrica. Por exemplo, Kirschen (2003) em um trabalho sobre o ponto de vista da demanda no mercado de energia elétrica relata evidências empíricas de que a demanda não decresce em resposta à variação de preços no curto prazo, ou seja, a elasticidade preço-demanda no curto prazo é muito pequena. Resultados semelhantes são trazidos nos trabalhos de Filippini e Pachauri (2004 e 2011). Em contrapartida, Reiss e White (2008) estimaram uma significativa redução no consumo de eletricidade na Califórnia em decorrência da elevação dos preços, na crise energética de 2000-2001. Complementarmente, Ito (2014) mostra que os consumidores respondam a variações no preço médio da energia elétrica, em detrimento dos preços marginal ou marginal esperado.

Outra visão de gerenciamento de demanda é trazida pelo trabalho de Loughran e Kulick (2004). Eles estudam um programa implementado nos Estados Unidos, entre 1989 e 1999, que encorajava consumidores a investir em eficiência energética onde foram gastos cerca de 14.7 milhões de dólares. Os autores mostraram que o efeito dos gastos em gerenciamento de demanda é bem pequeno, embora tenha obtido sucesso no incremento da eficiência energética no período. Um trabalho complementar de Auffhammer et al. (2008) refaz as estimativas do

trabalho anterior, usando os mesmos dados, e chega a uma conclusão oposta, na qual os gastos no gerenciamento da demanda tem sim um significativo impacto no gerenciamento da demanda. Rivers e Jaccard (2011), por sua vez, mostram que subsídios governamentais e privados têm um importante papel no gerenciamento da demanda por eletricidade e consequente redução do consumo e emissão de gases.

5.0 - ABORDAGEM TEÓRICA

Metodologicamente, este trabalho busca analisar consumo médio dos agentes de classe quando do acionamento MBT, verificando se houve alteração no perfil de consumo a partir da variação mensal da tarifa de energia. Empiricamente, um modelo econométrico com variáveis qualitativas (Dummies) foi construído para tal avaliação. O emprego dessas variáveis são uma maneira de se visualizar como se comporta, na média, a demanda das diferentes classes, quando as bandeiras são acionadas. Esse modelo se insere numa classe de modelos estatísticos para comparar dois ou mais valores médios. Eles são conhecidos como Modelos de Análise de Variância (ANOVA) (GUJARATI; PORTER, 2011).

Os dois modelos que foram efetivamente implementados estão postados nas equações abaixo. A equação (1) avalia o consumo médio de cada um dos três agentes de classe a partir de 2015, quando o mecanismo passou a ser operacionalizado. Através desse modelo consegue-se identificar as diferenças no consumo dos cativos quando cada bandeira é acionada e testar a significância dessa alteração na demanda por energia elétrica. Assim, temos que

$$Y_i = \beta_{0i} + \beta_{1i} BA + \beta_{2i} BV1 + \beta_{3i} BV2 + \varepsilon_i, \quad (1)$$

onde

$$BA = \begin{cases} 1, & \text{se a bandeira amarela foi acionada;} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$BV1 = \begin{cases} 1, & \text{se a bandeira vermelha patamar 1 foi acionada;} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$BV2 = \begin{cases} 1, & \text{se a bandeira vermelha patamar 2 foi acionada;} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Neste caso, a variável Y_i assume valores de consumo dos agentes de classe i , ou os valores de consumo residencial de alguns estados selecionados. O parâmetro β_{0i} representa o valor do consumo médio da classe i quando a bandeira verde está acionada, ou seja, quando não há acréscimos ao valor da tarifa cativa.

Com o modelo da equação (2) a tentativa é de investigar o comportamento do consumo cativo de cada um dos três agentes de classe ao longo dos últimos anos. Foram implementadas variáveis binárias de ano, para qualificar o consumo de cada ano do período analisado (2012-2018), e comparar suas médias, testando a significância dos parâmetros calculados. Dessa forma, temos

$$Y_i = \delta_{0i} + \sum_{j=1}^6 \delta_{ji} \cdot D_j + \varepsilon_i, \quad (2)$$

onde

$$D_j = \begin{cases} 1, & \text{se é o ano } j; \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Aqui, o parâmetro δ_{0i} representa o valor do consumo médio do agente de classe i (ou o consumo residencial do estado i) em 2012. A intenção desse modelo é, pois, comparar o consumo médio, para os consumidores cativos residencial, comercial e industrial, em cada um dos 7 anos do período relativamente ao consumo em 2012, investigando possíveis efeitos na redução do consumo em virtude da brusca elevação das tarifas a partir de 2015.



Equações alternativas, usando o logaritmo natural da variável dependente, também foram introduzidas na análise. Neste caso, os coeficientes das variáveis qualitativas binárias passam a ser interpretados aproximadamente como variações percentuais no consumo em relação ao consumo de referência, representados no β_{0i} e no δ_{0i} das Equações 1 e 2, respectivamente.

6.0 - DADOS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Os dados históricos, utilizados para a elaboração deste informe técnico, consistem nas séries mensais de consumo de energia elétrica no período de 2004 a 2018, disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em seu site. Os dados estão separados por mês, região geográfica, região elétrica e por classe de consumo. Nas planilhas da EPE também se consegue obter o consumo cativo e livre, por classe de consumo, segregação que se faz importante, para compreender e separar o efeito agregado no consumo, do efeito nos dois ambientes de contratação (cativo e livre), provocado pelo aumento na tarifa.

Embora o período da série mensal disponibilizada pela EPE, e utilizada por esta pesquisa, seja relativamente longo (2004-2019), os modelos econométricos são rodados partindo de 2012 (equação (2)), e de 2015 a 2018 (para as avaliações com a equação (1)). Esses períodos são relativamente pequenos, o que compromete uma avaliação mais ampla da eficácia do MBT. Além disso, a quantidade de bandeiras amarelas e vermelhas acionadas no período é bem pequena, não dando uma maior robustez aos resultados que aqui são apresentados.

Os modelos empíricos escolhidos, que apenas comparam as médias de consumo dos agentes de classe, por meio das variáveis qualitativas, poderiam ser incrementados com variáveis de controle sazonal de consumo, ou mesmo que incorporassem os efeitos da crise econômica, que de maneira direta deve ter influência na queda do consumo sobretudo para as classes industrial e comercial cativo.

7.0 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados sinalizam para uma ineficácia do mecanismo, dado que não houve alteração estatisticamente significativa no comportamento dos consumidores residenciais ao longo dos quatro anos de vigência das MBT analisados. A aparente eficácia do mecanismo, em reduzir o consumo industrial cativo e o consumo comercial cativo, não passa de uma ilusão, uma vez que essa redução está muito mais relacionada à migração dos consumidores do ACR para o ACL do que a uma resposta positiva ao mecanismo criado.

Os resultados das Equações (1) e (2) estão mostrados nos diferentes painéis das Tabelas 1, 2, 3 e 4 abaixo. As Tabelas 1 e 2 apresentam resultados dos modelos econométricos para os agentes de classe residencial, industrial e comercial. A Tabela 1 compara o consumo destes agentes de classe quando há acréscimos da BT na tarifa, relativamente ao consumo quando não há tais acréscimos. A redução de cerca de 9% no consumo cativo total, quando a Bandeira Vermelha está acionada no patamar 2, é puxado por uma redução de cerca de 25% no consumo industrial e de cerca de 10% no consumo comercial cativo. O consumo residencial, entretanto, não apresenta variações estatisticamente significantes quando do acionamento das Bandeiras Amarela ou Vermelha.

Quando se olha para os resultados dos painéis na Tabela 2, que compara o consumo médio de energia elétrica de 2013-2018, para cada uma das três classes de consumidores cativos, com o consumo do ano de 2012, verifica-se que o consumo residencial continua a crescer de maneira sistemática, enquanto que há uma redução no consumo cativo dos agentes industrial e comercial, sobretudo a partir de 2016, com a elevação das tarifas das distribuidoras (ver Figura 3).

Assim, os resultados exibem que o comportamento dos consumidores residenciais praticamente não se alterou. A classe dos consumidores comerciais tem seu consumo reduzido desde 2016, em contrapartida, há um crescimento significativo do consumo dessa classe no ACL (ver gráfico da Figura 2), o que indicaria que muitos consumidores comerciais estariam migrando para o ambiente livre, em decorrência do aumento na tarifa de energia cativa.

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

A classe industrial, por sua vez, tem uma grande redução no seu consumo a partir de 2016 (redução de cerca de 28%), que se aprofundam cada vez mais em 2017 e 2018 (com reduções de 57% e 70%, respectivamente). Este resultado indica não apenas um efeito migratório das indústrias do ACR para o ACL, mas também se refere a própria redução do consumo da parcela de carga cativa, onerada pelo acréscimo nas tarifas de energia que se intensificou em 2015.

Tabela 1 – Consumo Cativo de Energia Elétrica 2015-2018 (Fonte de dados: EPE)

VARIÁVEIS	(1) Cativo Total (GWh)	(2) Log (1)	(3) Cativo Residencial (GWh)	(4) Log (3)	(5) Cativo Industrial (GWh)	(6) Log (5)	(7) Cativo Comercial (GWh)	(8) Log (7)
Bandeira Amarela	-626.023 (689.220)	-0.030 (0.031)	-128.327 (312.220)	-0.010 (0.028)	-313.946 (358.623)	-0.087 (0.090)	-183.750 (248.316)	-0.030 (0.038)
Bandeira VermelhaPI	1.042.995* (520.066)	0.045* (0.024)	-224.881 (235.592)	-0.020 (0.021)	869.271*** (270.607)	0.197*** (0.068)	398.605** (187.372)	0.058** (0.029)
Bandeira VermelhaP2	-1.850.337** (689.220)	-0.090*** (0.031)	-293.789 (312.220)	-0.025 (0.028)	-902.164** (358.623)	-0.259*** (0.090)	-654.385** (248.316)	-0.107*** (0.038)
Constante	21.447.838*** (388.772)	9.972*** (0.018)	11.287.396*** (176.116)	9.330*** (0.016)	3.796.227*** (202.291)	8.226*** (0.051)	6.364.215*** (140.069)	8.756*** (0.021)
Observações	48	48	48	48	48	48	48	48
R-quadrado	0.321	0.332	0.028	0.028	0.418	0.418	0.323	0.332
Desvio Padrão em Parênteses	*** p<0.01,	**p<0.05,	* p<0.1					

Tabela 2 – Consumo Cativo de Energia Elétrica 2012-2018 (Fonte de dados: EPE)

VARIABLES	(1) Consumo Cativo Total (GWh)	(2) Log (1)	(3) Consumo Residencial (GWh)	(4) Log (3)	(5) Consumo Cativo Industrial (GWh)	(6) Log (5)	(7) Consumo Cativo Comercial (GWh)	(8) Log (7)
Dummy2013	665.593 (503.716)	0.030 (0.022)	635.718** (249.983)	0.063*** (0.022)	-213.272* (117.462)	-0.038 (0.025)	243.147 (194.437)	0.038 (0.030)
Dummy2014	1.813.747*** (503.716)	0.079*** (0.022)	1.257.105*** (249.983)	0.120*** (0.022)	-158.684 (117.462)	-0.028 (0.025)	715.326*** (194.437)	0.108*** (0.030)
Dummy2015	1.421.642*** (503.716)	0.062*** (0.022)	1.163.990*** (249.983)	0.110*** (0.022)	-533.371*** (117.462)	-0.097*** (0.025)	791.023*** (194.437)	0.119*** (0.030)
Dummy2016	193.991 (503.716)	0.008 (0.022)	1.267.529*** (249.983)	0.121*** (0.022)	-1.422.969*** (117.462)	-0.284*** (0.025)	349.431* (194.437)	0.053* (0.030)
Dummy2017	-1.222.499** (503.716)	-0.058** (0.022)	1.425.262*** (249.983)	0.135*** (0.022)	-2.515.297*** (117.462)	-0.567*** (0.025)	-132.464 (194.437)	-0.023 (0.030)
Dummy2018	-1.635.840*** (503.716)	-0.079*** (0.022)	1.563.946*** (249.983)	0.148*** (0.022)	-2.941.529*** (117.462)	-0.706*** (0.025)	-258.257 (194.437)	-0.043 (0.030)
Constante	21.810.231*** (356.181)	9.989*** (0.016)	9.781.641*** (176.765)	9.188*** (0.016)	5.816.255*** (83.058)	8.668*** (0.018)	6.212.335*** (137.487)	8.733*** (0.021)
Observações	84	84	84	84	84	84	84	84
R-quadrado	0.499	0.513	0.426	0.450	0.942	0.951	0.404	0.408
Desvio Padrão em Parênteses	*** p<0.01	**p<0.05	* p<0.1					

Segundo a análise, os resultados apresentados nos painéis das Tabelas 3 e 4 procuram identificar alguma redução relevante no consumo residencial, a partir da introdução do MBT. A avaliação é feita para os 6 estados que juntos, em dezembro de 2018, representavam uma proporção de 64% do consumo residencial do país (BA, MG, RJ, SP, PR e RS).

Os painéis da Tabela 3 mostram as variações percentuais do consumo residencial nesses estados quando do acionamento da BT. Praticamente não há variação negativa estatisticamente significativa para os estados analisados, confirmando a ineficácia do mecanismo na redução da demanda residencial.

Olhando-se para o consumo médio desses estados entre 2012 e 2018 (com os resultados exibidos nos painéis da Tabela 4), que mostra variações percentuais do consumo anual (ao se multiplicar os coeficientes por 100), comparativamente ao consumo no ano de 2012, não se visualiza uma alteração consistente na tendência do consumo, que eventualmente se possa atribuir à mudanças no valor das tarifas no período.

Tabela 3 – Consumo Residencial de Energia Elétrica 2015-2018 (Fonte de dados: EPE)

VARIÁVEIS	(1) Log Consumo BA	(2) Log Consumo MG	(3) Log Consumo RJ	(4) Log Consumo SP	(5) Log Consumo PR	(6) Log Consumo RS
Bandeira Amarela	0.004 (0.029)	-0.008 (0.020)	-0.040 (0.066)	0.016 (0.023)	0.021 (0.023)	-0.004 (0.040)
Bandeira VermelhaP1	-0.013 (0.022)	-0.016 (0.015)	-0.005 (0.050)	-0.011 (0.017)	-0.014 (0.018)	-0.039 (0.030)
Bandeira VermelhaP2	-0.024 (0.029)	0.009 (0.020)	-0.173** (0.066)	-0.004 (0.023)	0.008 (0.023)	-0.035 (0.040)
Constante	6.336*** (0.017)	6.781*** (0.011)	7.015*** (0.037)	8.060*** (0.013)	6.379*** (0.013)	6.540*** (0.022)
Observações	48	48	48	48	48	48
R-quadrado	0.022	0.046	0.156	0.035	0.058	0.046
Desvio Padrão em Parênteses		*** p<0.01	** p<0.05	* p<0.1		

Tabela 4 – Consumo Residencial de Energia Elétrica 2012-2018 (Fonte de dados: EPE)

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

VARIÁVEIS	(1) Log Consumo BA	(2) Log Consumo MG	(3) Log Consumo RJ	(4) Log Consumo SP	(5) Log Consumo PR	(6) Log Consumo RS
Dummy2013	0.110*** (0.023)	0.065*** (0.018)	0.037 (0.056)	0.029* (0.016)	0.049*** (0.017)	0.055* (0.033)
Dummy2014	0.170*** (0.023)	0.121*** (0.018)	0.110* (0.056)	0.045*** (0.016)	0.101*** (0.017)	0.146*** (0.033)
Dummy2015	0.194*** (0.023)	0.104*** (0.018)	0.108* (0.056)	0.007 (0.016)	0.055*** (0.017)	0.090*** (0.033)
Dummy2016	0.223*** (0.023)	0.113*** (0.018)	0.099* (0.056)	0.011 (0.016)	0.051*** (0.017)	0.119*** (0.033)
Dummy2017	0.217*** (0.023)	0.124*** (0.018)	0.059 (0.056)	0.033** (0.016)	0.095*** (0.017)	0.124*** (0.033)
Dummy2018	0.246*** (0.023)	0.150*** (0.018)	0.008 (0.056)	0.048*** (0.016)	0.115*** (0.017)	0.162*** (0.033)
Constante	6.108*** (0.016)	6.652*** (0.012)	6.914*** (0.040)	8.033*** (0.012)	6.299*** (0.012)	6.395*** (0.024)
Observações	84	84	84	84	84	84
R-quadrado	0.679	0.554	0.098	0.175	0.460	0.307
Desvio Padrão em Parênteses		*** p<0.01	** p<0.05	* p<0.1		

Em suma, o fato do consumidor industrial ou comercial deixar de consumir no mercado cativo e partir para o consumo no mercado livre não resolve o problema da fragilidade da geração brasileira (da matriz energética hidrotérmica), uma vez que o mesmo não estará, em tese, reduzindo o seu consumo, ou consumindo de forma mais consciente (que é uma das propostas do mecanismo). Ao contrário, estará apenas consumindo uma energia mais barata no ACL. Ainda, a facilidade de migração de consumidores industriais e comerciais, de médio ou de grande porte, para o ACL, aponta para a necessidade de que o mecanismo de BT tem que ser direcionado aos consumidores residenciais, porém, estes, como mostram os resultados, não alteraram em nada o seu consumo a partir da introdução do mecanismo.

A elevação no custo da geração sinaliza escassez de energia, assim, um mecanismo de incentivo poderia ser mais eficaz caso estivesse alinhado à movimentos (campanhas) de eficiência energética, em detrimento de um acréscimo punitivo nas tarifas dos consumidores finais.

8.0 - CONCLUSÕES

O presente informe técnico avaliou a eficácia do Mecanismo das Bandeiras Tarifárias na mudança do perfil de consumo cativo dos agentes de classe residencial, industrial e comercial. Os resultados mostraram que o objetivo de desincentivar o consumo, quando da ocorrência de condições desfavoráveis de geração (custos mais elevados), não foi atingido. Assim, o mecanismo apenas tem se prestado a antecipar recursos às distribuidoras de energia, que assumem o risco hidrológico da compra de energia no curto prazo.

Dessa forma, a elevação de preços como uma punição ao consumo cativo, em momentos de geração menos favorável, sinaliza para um problema de concepção do mecanismo, assim como de planejamento e implementação de obras, que visem flexibilizar a matriz energética do país, com a finalidade de manter o compromisso com um dos três pilares que conceberam o novo modelo do setor elétrico: a modicidade tarifária.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ALBADI, Mohamed H.; EL-SAADANY, Ehab F. Demand response in electricity markets: An overview. In: **2007 IEEE power engineering society general meeting**. IEEE, 2007. p. 1-5.
- (2) ALBADI, Mohamed H.; EL-SAADANY, Ehab F. A summary of demand response in electricity markets. **Electric power systems research**, v. 78, n. 11, p. 1989-1996, 2008.
- (3) AMARAWICKRAMA, Himanshu A.; HUNT, Lester C. Electricity demand for Sri Lanka: a time series analysis. **Energy**, v. 33, n. 5, p. 724-739, 2008.

- (4) ANDRADE, Thompson A.; LOBÃO, Waldir JA. Elasticidade renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil. 1997.
- (5) AUFFHAMMER, Maximilian; BLUMSTEIN, Carl; FOWLIE, Meredith. Demand-side management and energy efficiency revisited. 2007.
- (6) BRANCH, E. Raphael. Short run income elasticity of demand for residential electricity using consumer expenditure survey data. **The Energy Journal**, p. 111-121, 1993.
- (7) FAN, Shu; HYNDMAN, Rob J. The price elasticity of electricity demand in South Australia. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3709-3719, 2011.
- (8) FILIPPINI, Massimo; PACHAURI, Shonali. Elasticities of electricity demand in urban Indian households. **Energy Policy**, v. 32, n. 3, p. 429-436, 2004.
- (9) FILIPPINI, Massimo. Short-and long-run time-of-use price elasticities in Swiss residential electricity demand. *Energy policy*, v. 39, n. 10, p. 5811-5817, 2011.
- (10) GOMES, Ludmila de Sá Fonseca. **A demanda por energia elétrica residencial no Brasil: 1999-2006: uma estimativa das elasticidades-preço e renda por meio de painel**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- (11) GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. *Econometria Básica-5*. Amgh Editora, 2011.
- (12) INGLES-LOTZ, Roula. The evolution of price elasticity of electricity demand in South Africa: A Kalman filter application. *Energy Policy*, v. 39, n. 6, p. 3690-3696, 2011.
- (13) ITO, Koichiro. Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing. **American Economic Review**, v. 104, n. 2, p. 537-63, 2014.
- (14) KIRSCHEN, Daniel S. Demand-side view of electricity markets. *IEEE Transactions on power systems*, v. 18, n. 2, p. 520-527, 2003.
- (15) LABANDEIRA, Xavier; LABEAGA, José M.; LÓPEZ-OTERO, Xiral. Estimation of elasticity price of electricity with incomplete information. **Energy Economics**, v. 34, n. 3, p. 627-633, 2012.
- (16) LIJESSEN, Mark G. The real-time price elasticity of electricity. **Energy economics**, v. 29, n. 2, p. 249-258, 2007.
- (17) LOUGHRAN, David S.; KULICK, Jonathan. Demand-side management and energy efficiency in the United States. **The Energy Journal**, p. 19-43, 2004.
- (18) MODIANO, Eduardo. Elasticidade-renda e preços da demanda de energia elétrica no Brasil. **Texto para discussão**, 1984.
- (19) REISS, Peter C.; WHITE, Matthew W. What changes energy consumption? Prices and public pressures. **The RAND Journal of Economics**, v. 39, n. 3, p. 636-663, 2008.
- (20) RIVERS, Nic; JACCARD, Mark. Electric utility demand side management in Canada. **The Energy Journal**, p. 93-116, 2011.
- (21) SANTANA, Edvaldo. Bandeira Branca. Urgente!. **Canal Energia**, São Paulo, 07 de nov. de 2017. Disponível em: < <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53040465/bandeira-branca-urgente>>. Acesso em: 30 de abr. de 2019.
- (22) SCHMIDT, Cristiane Alkmin Junqueira; LIMA, Marcos AM. A demanda por energia elétrica no Brasil. **Revista brasileira de economia**, v. 58, n. 1, p. 68-98, 2004.
- (23) SILVA, Rutelly Marques da. Bandeiras tarifárias: benefício ou prejuízo ao consumidor? 2016.

10.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Augusto Montenegro é formado em Engenharia Elétrica, Administração e Economia pela UFPE. Possui mestrado em Engenharia de Produção pela UFPE e é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia – PIMES na mesma universidade. Engenheiro na Chesf há dez



XXV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

3954
GCR/27

anos. Trabalha no setor de Comercialização de Energia.

E-mail para contato: augustos@chesf.gov.br / augustomontenegrosilva@outlook.com