
Tarifa branca: um estudo de viabilidade para o consumidor residencial

White tariff: a viability study for residential consumers

Luísa Santos Gollino

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1160-5457>

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

E-mail: 1182987@dac.unicamp.br

Alberto Luiz Francato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5815-8068>

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

E-mail: francato@unicamp.br

Vinícius de Carvalho Neiva Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4049-7256>

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

E-mail: vpinheiro@unicamp.br

RESUMO

Segundo Limberger (2014), o principal objetivo da implementação de uma nova estrutura tarifária é incentivar o uso consciente e mais eficiente da energia, cobrando maiores preços por seu uso em períodos de maior demanda. Além disso, esta tarifa também torna possível que o consumidor encontre benefícios econômicos. Assim, o objetivo principal deste trabalho é apresentar algumas dessas oportunidades. Para isso, foram mensuradas 3 diferentes maneiras de abatimento ou deslocamento dos picos que compõem a curva de consumo diário residencial, seja com as alterações de hábitos ou com o emprego de técnicas de conservação de energia e posterior planejamento de uso. Uma vez definidos os cenários e aferidos os custos, a análise resultou, primeiramente, em uma relação diretamente proporcional entre o esforço do consumidor e o benefício financeiro, já que, com o estudo de caso aplicado, para uma economia de R\$33,00/kWh é necessário um atraso de 3 horas na rotina noturna da casa. Em se tratando dos dispositivos de armazenamento e aquecimento, respectivamente o período de retorno, hoje no Brasil, é longo e a transformação de energia térmica para elétrica mostrou-se uma proposta boa com bom gerenciamento.

Palavras-chave: Tarifa branca; Gerenciamento pelo lado da demanda; Armazenamento de energia

ABSTRACT

According to Limberger (2014), the main objective of implementing a new tariff structure is to encourage the conscious and more efficient use of energy, charging higher prices for its use in periods of greater demand. In addition, this tariff makes it possible for the consumer to find economic benefits in it. Therefore, the main objective of this work is to present some of those opportunities. For this purpose, 3 different ways of abatement or displacement of the peaks that make up the residential daily consumption curve were measured, either with changes in habits, or with the use of energy conservation techniques and subsequent use planning. Once the scenarios were defined and the costs were measured, the analysis resulted, first, in a directly proportional relationship between the effort of the consumer and the financial benefit, since, with the case study applied, for a saving of R\$ 33.00/ kWh a delay of 3 hours is required in the house night routine. When it comes to storage and heating devices, respectively, the payback period, in Brazil today, is long and the transformation from thermal to electrical energy proved to be a good proposal with good management.

Keywords: White Tariff; Demand-Side Management; Energy Storage

INTRODUÇÃO

O Sistema Elétrico Brasileiro, utiliza-se, atualmente, de uma estrutura tarifária definida por um conjunto de regras e tarifas que são aplicadas e refletidas na fatura mensal sobre o consumo de energia elétrica (Aneel, 2010). De acordo com a conjuntura mundial, as tarifas são segmentadas em 6 principais classificações definidas conforme a Energy & Environmental Economics, 2005.

Tarifas Sazonais

A tarifa sazonal (horo-sazonal) varia de acordo com as horas e períodos do ano de consumo. Nesse caso, são aplicadas tarifas diferenciais de consumo de energia e de demanda de potência.

São determinados dois postos tarifários (Aneel, 2005):

- “Ponta” referente ao período de maior consumo, normalmente entre 18h e 21h, com tarifas mais elevadas.
- “Fora de ponta” designado para os demais horários.

Além disso, também são estabelecidos os períodos secos (de maio a novembro) e úmido (dezembro a abril) durante o ano, de acordo com o volume de chuvas.

Tarifas Fixas

A tarifa fixa (convencional) é uma das mais aceitáveis pelo consumidor, consiste na predefinição de um preço fixo, o qual é cobrado todo mês e independe do período ou horário de consumo, além de não limitar a quantidade de energia a ser consumida.

Tarifas por Tempo de Utilização (TOU)

Essa classe leva em conta os preços unitários de consumo de energia variando de acordo com o horário do dia, os dias da semana e os períodos do ano.

Tarifa com Preço de Pico Crítico (CPP)

Essa tarifa tem como intuito transferir o custo da geração da energia elétrica para os consumidores, tendo em seu preço uma maior precisão em relação aos custos de energia do mercado atacadista.

Apresenta elevados preços por determinadas horas em um período considerado pico crítico. Diferentemente da TOU, não tem predefinição dos dias em que tais picos ocorrem.

Tarifa com Preço de Pico Variável (VPP)

Essa tarifa é uma variação da CPP, e, de acordo com Faruqi (2010), estabelece o preço por período crítico de pico para determinada zona de carga. O ajuste desse preço visa considerar custos e perdas incluídos nas tarifas cobradas.

Tarifação em Tempo Real (RTP)

Nesse caso, o valor pago pelos consumidores é relacionado aos custos de atacado da aquisição da energia. Nesse cenário, os valores oscilam a cada hora do dia. A definição dos preços é feita previamente e notificada aos consumidores com um dia de antecedência.

Explicitadas, portanto, as formas de tarifação, é tratado mais a fundo o que, no Brasil, denomina-se Tarifa Branca, proveniente do sistema de tratamento TOU, sendo, assim, considerada uma tarifa horo sazonal discretizado em:

- Horário de ponta: momento de maior demanda de energia do sistema.
- Intermediário: geralmente uma hora antes e uma hora após o horário de ponta.
- Fora de ponta: menores níveis de demanda de energia

A instituição dessa nova modalidade está regulamentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) através da definição de procedimentos e critérios vigentes a partir da Resolução Normativa ANEEL nº 733/2016. Em vista disso, vem sendo estabelecidas maneiras distintas de obter-se melhor aproveitamento dessa nova forma de contribuição e, juntamente a isso, são discutidos assuntos como medições inteligentes (smart grids) e pesquisas de posse de equipamentos de hábitos de uso, os quais, ainda que recentes no Brasil, vêm sendo estudadas e implementadas gradualmente, conforme são difundidos aos consumidores os conhecimentos a respeito do tema.

O principal objetivo da implementação de uma nova estrutura tarifária é incentivar o uso consciente e mais eficiente da energia, cobrando maiores preços pelo uso de energia em períodos com maior demanda, sinalizando os valores através de um meio indutor da modulação da carga pelos consumidores (LIMBERGER, 2014).

Por hora, a estrutura tarifária brasileira trata tais consumidores em dois grandes grupos denominados A e B. O grupo A é referente aos consumidores atendidos com tensões iguais ou superiores à 2,3kV ou por sistema subterrâneo de distribuição secundária, o que caracteriza uma tarifa binômia. Já o grupo B atende consumidores com fornecimento abaixo de 2,3kV, regidos pela tarifa monômia. Na Tabela 1 abaixo, é possível observar cada subgrupo existente.

Tabela 1 – Classificação de consumidores de energia.

Grupo A – Alta tensão	
A1	maior ou igual a 230 kV
A2	88 a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 a 44 kV
A4	2,3 a 13,8 kV
AS	2,3 a 13,8 kV (subterrâneo)
Grupo B – Baixa tensão	
B1	residencial / residencial baixa renda
B2	rural / serviço público de irrigação
B3	não residencial nem rural
B4	iluminação pública

Fonte: Adaptado de Aneel (2021).

Neste estudo o foco incidirá sobre o grupo B1, consumidores residenciais, e a respeito de quais são as possíveis soluções destinadas a este público para que seja atrativa a adoção da Tarifa Branca (TB) em contrapartida à Tarifa Convencional.

De acordo com o projetado pela IEA (International Energy Agency) e exibido em seu relatório anual Key World Energy Statistics, 2020, a expectativa é que até o final do ano de 2040 o consumo mundial aumente em média 12.672 Mtep (Milhões de toneladas de equivalente de petróleo), o que é 18,36% a mais do estimado no ano de 2017, transparecendo, assim, um aumento cada vez mais expressivo da demanda, e, da mesma maneira, torna-se mais imediata a necessidade de adoção de medidas inteligentes para o gerenciamento adequado e integrado dos recursos energéticos, com o objetivo de promover a conservação d energia.

Com esse intuito, são também expostas tecnologias de armazenamento de energia, que possuem alto potencial de planejamento e adequação para as curvas de consumo usuais.

ESTUDO DE CASO

O presente artigo está pautado no estudo de diferentes cenários em que serão discutidos o uso da Tarifa Branca e quais os meios possíveis para que o consumidor residencial se beneficie dela.

Alternativa I

Trata-se da perspectiva de gestão e planejamento do consumo, designado Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), metodologia que tem como finalidade fundamental a promoção de mudanças nos hábitos de consumo ineficientes do uso da eletricidade, além de agir sobre a uniformização da curva de carga do SEB – Sistema Elétrico Brasileiro, isso porque a ferramenta propõe a redução de potência nos horários de pico, com o conseqüente deslocamento de demanda (GELLINGS, 1985).

Pelo lado das concessionárias, o GLD pode oferecer alternativas de aumentar produtividade e evitar futuras construções de usinas e altos investimentos em distribuição e transmissão da eletricidade, já pelo lado dos consumidores oferece o controle de gastos com energias, melhorando a utilização de seus recursos (LIMAYE, 1985).

Dessa forma, foi inicialmente delineada a curva de carga a partir da observação de consumo de uma residência com 5 moradores, ao longo de 30 dias, sendo considerados apenas a média dos dias úteis, uma vez que não são utilizados postos tarifários nos finais de semana e feriados, períodos faturados integralmente pela Tarifa Fora de Ponta.

A residência, objeto de estudo, está localizada na cidade de Campinas-SP, município abastecido pela distribuidora CPFL Paulista, a qual define o período de ponta como sendo das 18h às 21h e seus valores tarifários estão apresentados na tabela adiante.

Tabela 2 – Tarifas da CPFL Paulista.

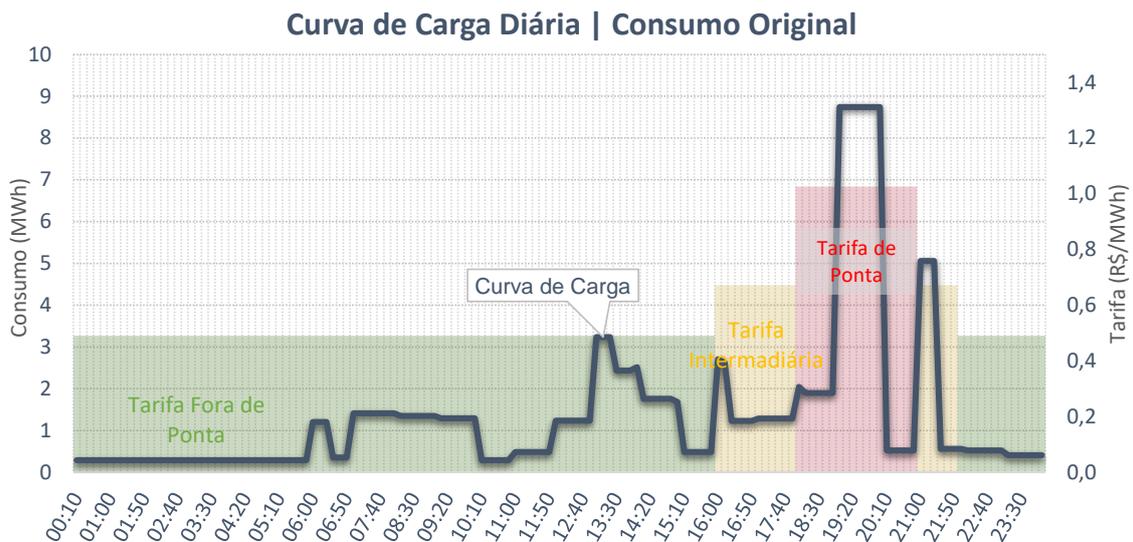
Distribuidora	Convencional	Fora de Ponta	Intermediária	Ponta
CPFL - Paulista	R\$ 0,596	R\$ 0,490	R\$ 0,672	R\$ 1,026

Fonte: elaboração própria.

Cenário I

Com isso, portanto, foi construída a curva de demanda, evidenciando os horários de alteração no preço da tarifa, sendo possível notar que o pico de carga ocorre no momento de preços mais altos e pouca energia é utilizada quando os preços são atrativos. Apesar de, quando quantificado, parecer contraintuitivo, esta pode ser considerada uma curva típica para a maioria das residências brasileiras de acordo com a metodologia da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020).

Figura 1 – Curva de carga original.



Fonte: elaboração própria.

Analisando a curva em questão, calcula-se um faturamento final com a adoção da TB de 21,32% mais oneroso se comprado ao faturamento convencional, e, apenas como referência, está avaliada em uma perda de R\$86,46/kWh caso o consumo de toda energia seja durante o horário de pico.

Tabela 3 – Valores de tarifa CPFL Paulista.

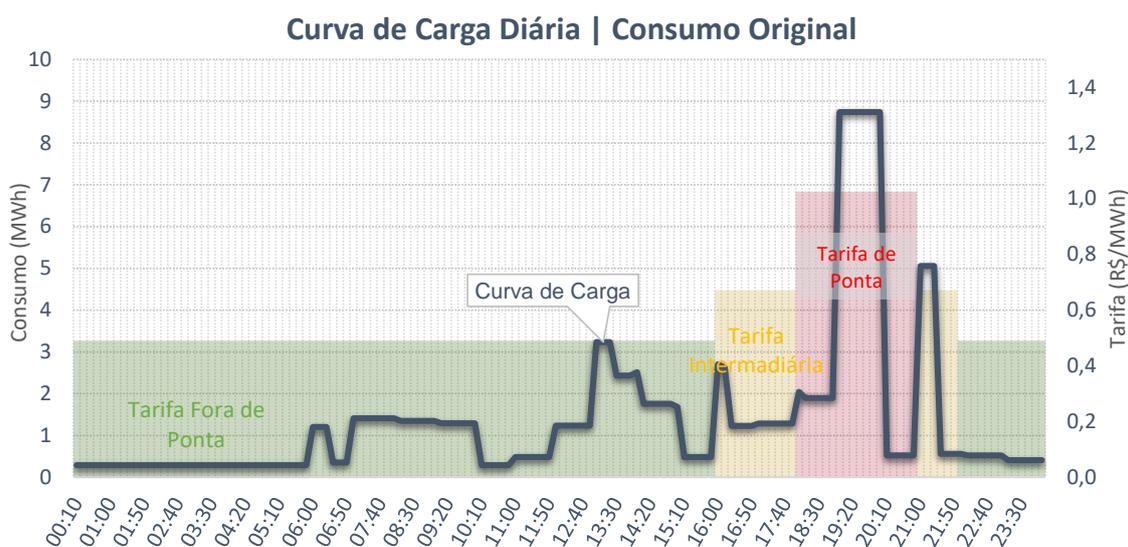
Cenários	R\$/kWh
Consumo Convencional	119,66
Consumo Tarifa Branca	145,18
Consumo Tarifa de Ponta	206,12

Fonte: elaboração própria.

Cenário II

O exposto acima fortalece ainda mais a premissa de que a alteração de hábitos de consumo deve ter como foco os horários de ponta e por esse motivo foi estruturada uma nova curva de carga, em que o pico de consumo está realocado para fora dos horários de ponta e intermediário, como expresso pela figura abaixo.

Figura 2 – Curva de carga com efetiva alteração de hábitos.



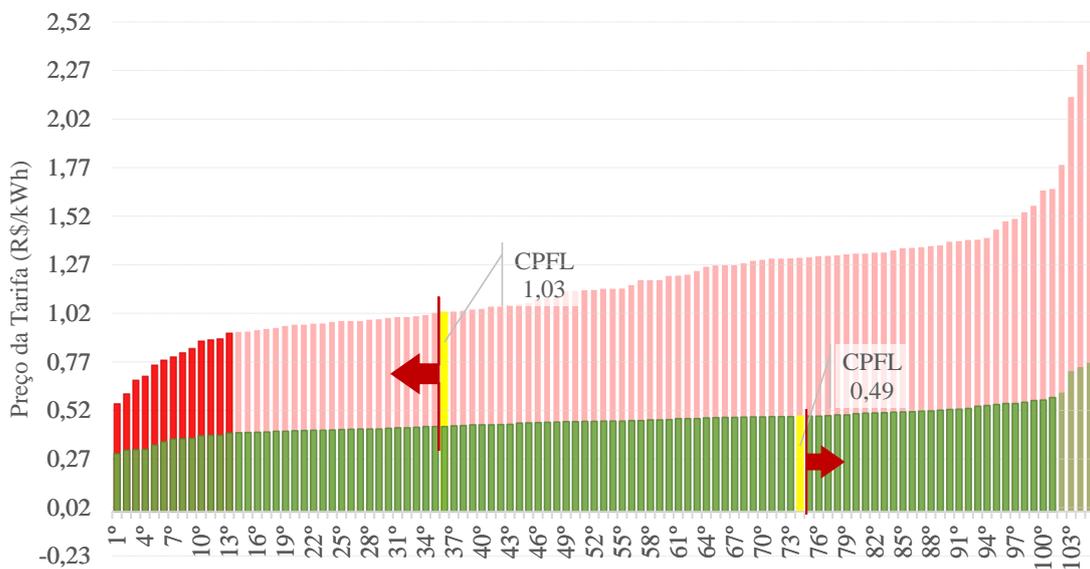
Fonte: elaboração própria.

Já nesta segunda ocorrência, voltada para a alteração de hábitos e economia, afere-se um faturamento de R\$112,10/kWh, frente aos mesmos R\$119,66/kWh pagos atualmente mediante o pagamento da tarifa convencional, ou seja, houve, apenas com o deslocamento da curva de demanda, uma economia considerável na conta de luz em R\$/kWh.

Com o propósito de investigar ainda as hipóteses acerca das possíveis combinações entre tarifa fora de ponta e tarifa de ponta para então encontrar pontos de

vantagem sobre a curva original do estudo, avalia-se o gráfico a seguir e apoiado nele e na tabela de dados, (contendo as mais de 11 mil hipóteses) por trás da visualização, sabe-se que dentre as 105 concessionárias ativas hoje apenas 13 delas acarretariam menores custos na conta de luz, sendo que a distribuidora em questão encontra-se fora do intervalo necessário e para estar abaixo do mínimo viável seria necessária uma redução de 10,48% do valor atual da tarifa de ponta. Em contrapartida, a tarifa fora ponta tem 96,19% dos casos correspondentes a um cenário de economia, e, da mesma maneira, a tarifa oferecida pela CPFL respeita tal intervalo.

Figura 3 – Ranking de Tarifas.



Fonte: elaboração própria.

Alternativa II

Além do cenário descrito acima, baseado em mudança de hábitos, outra maneira de adaptar o consumo para um melhor aproveitamento da adoção da tarifa branca é o uso de sistemas e dispositivos que transformem demais formas de energia em energia elétrica, e assim possam oferecer ao consumidor o planejamento necessário ao longo das horas do dia. Neste estudo serão expostos dois outros métodos possíveis, sendo o primeiro deles a bateria de lítio, é um dispositivo transformador de energia química em energia elétrica, baseando-se no fenômeno de intercalação iônica. Serão aqui tratadas como baterias recarregáveis, que são capazes de fazer o processo inverso e liberar energia apenas no momento mais oportuno.

A tecnologia atrelada ao uso da bateria é muito discutida atualmente, sobretudo, por possuir um valor superior ao esperado para o retorno de projetos em que seria utilizada e essa variável é intensificada quando se trata do consumidor residencial, público-alvo deste artigo. Entretanto o horizonte de custo para este dispositivo é de queda constante concomitante à elevação de sua capacidade, especialmente pelo crescimento acelerado de carros elétricos e projetos inovadores e diversos em que esta tecnologia vem se tornando elemento fundamental e demandando vastas pesquisas de eficiência. Segundo o NREL, National Renewable Energy Laboratory, 2021, as projeções de redução de custo até 2030 chegará de 28 a 58% e até 2050 de 28 a 75%.

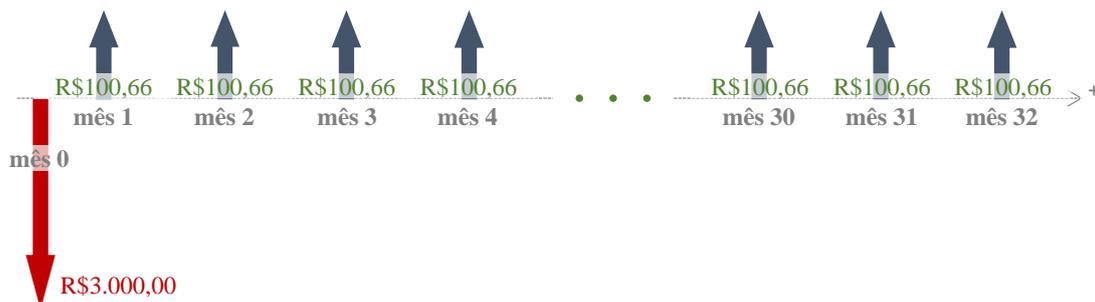
Tendo ciência da expectativa positiva de empregabilidade, foi dimensionada uma simulação de custos com a adoção deste dispositivo. Para isso fez-se a média de consumo da residência em questão somada a 1 desvio padrão (objetivando maior folga para o circuito) e, ainda, sua média de potência, normalizada a uma potência constante ao longo do dia de utilização máxima, com valores de, respectivamente, 3,29kWh e 494,55W. Com capacidade de suporte de descarga em torno de 90%, fica a frente de outros tipos de dispositivo, atingindo ainda assim os 1200 ciclos esperados.

Dados os produtos comerciais, são adotadas unidades de 24V e 120Ah, com uma configuração de 2 delas agregadas em série a fim de suportar a potência prevista acima, a qual, partir da lei de Ohm (vide fórmula 1), configura uma corrente de 10,30A. Levando em consideração a atuação da bateria na capacidade especificada, o banco suporta 11h (equação 2) considerada a potência média da residência, 5h a mais do que o necessário para abastecimento, uma vez que o intervalo esperado se limita aos momentos de ponta e de tarifa intermediária (das 16h às 22h):

$$I = \frac{P}{V} \quad (1) \qquad \text{temp. de duração} = \frac{C}{I} \quad (2)$$

Determinado um custo médio de R\$1.500,00 por unidade o projeto teria, apenas em função do produto, uma saída de caixa de R\$3.000,00. Em contraponto, a despesa de R\$145,18 seria abatida em R\$100,66 mensalmente. Delineando o fluxo de caixa do projeto, estima-se atingir o ponto de payback em 32 meses.

Figura 4 – Fluxo de caixa.



Fonte: elaboração própria.

Alternativa III

A terceira alternativa considerada diz respeito ao aquecedor a gás, destinado especialmente aos chuveiros da residência analisada, em razão da proporção majoritária de consumo que esse dispositivo representa ao conjunto total de eletrodomésticos, em torno de 54,58% (o conjunto dos dois chuveiros utilizados pelos moradores).

Desse modo, respeitando os detalhes técnicos do fornecedor e a pressão de entrada da região (em metros de coluna d'água), estipula-se para ambas as duchas uma vazão de 10L/min e sabendo que o aquecedor de passagem, escolhido para atender essa demanda de vazão, tem um consumo médio de 3,11kg/h, mensura-se que com um consumo diário ao longo da semana de 12 minutos por pessoa, entre os 5 usuários do local, o consumo mensal, considerando apenas os dias úteis em que incidem todos os postos tarifários, está em um patamar de 68,42kg/mês.

Com base nessa quantidade, infere-se que o sistema utilizará ao mês por volta de 5,26 vezes o conteúdo do botijão de gás de 13kg. Adotando um custo de R\$90,00, de acordo com o preço atual pago no mercado, tem-se uma quantia final de R\$473,40 para essa solução. Para avaliação de benefício, considera-se o chuveiro número 1 com uma potência de 6800W e o número 2 com 3200W, um conjunto de 10 mil W que consomem mensalmente 182kWh.

O próximo passo do dimensionamento considera o valor de cada kWh na região de interesse e baseado na divulgação da CPFL Paulista no dia 22 de abril de 2021, com um aumento de 8,64%, essa grandeza está valorada em R\$0,92/kWh para tarifas residenciais, o que leva a um custo convencional de R\$168,00, entretanto a relação de 72,30% de superioridade relativa à tarifa no período de ponta conduziria a um custo mensal de R\$289,10, ainda inferior à grandeza de R\$470,00 para implementação do aquecedor de passagem.

O mesmo método de cálculo foi atribuído ao abatimento apenas do pico mais expressivo provocado pelo chuveiro I (de maior potência), dessa forma, o consumo de energia elétrica foi abatido em 10,44%, ao passo que abastecendo apenas uma das vazões o aquecedor pode ter suas características alteradas, passando a consumir apenas 0,86kg/h, o que equivale a um custo mensal de R\$130,98, frente ao custo no momento de tarifação na ponta de R\$258,70.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações expostas nesta pesquisa, abrangem apenas duas das muitas maneiras e combinações viáveis com o mesmo objetivo de abordar, através de diferentes perspectivas, a adoção da tarifa branca. A primeira solução depende quase que integralmente da cultura da população estudada, dos hábitos de consumo e quanto estão dispostas a economizar em suas contas de energia em oposição ao interesse de manter os costumes ou mesmo por necessidade de preservá-los.

A datar do panorama pandêmico em que se encontra o país (2021), a viabilização a longo prazo de um sistema de home office ou quadro híbrido pode tornar-se um motivador importante no empenho para a normalização da Tarifa Branca, uma vez que confere maior flexibilidade à jornada de trabalho. Todavia, sem a devida disseminação do tema e, ainda, sem uma restauração partindo das próprias distribuidoras a respeito da equalização entre as diferentes faixas tarifárias (P e FP, principalmente), não há para o consumidor fomentador suficiente para o desconforto de deslocar em 3h suas atividades diárias.

Em se tratando da utilização de tecnologia de auxílio ao aumento da aplicabilidade da tarifa em questão, pode-se dizer que a bateria gradativamente diminui o seu período de retorno do investimento inicial e, por conseguinte, sua barreira de entrada no Brasil, não obstante ainda possui um caminho a ser percorrido, em que o investimento para redução de custo segue sendo peça chave para abertura ao mercado residencial. Já o aquecedor a gás, mostrou-se ser economicamente vantajoso, caso o gerenciamento das cargas a serem abastecidas seja devidamente dimensionado.

Como proposição a futuros trabalhos, esquadra-se no tema uma pesquisa mais aprofundada da adoção de dispositivos que manejem as tecnologias de conservação de

energia de maneira automatizada e inteligente, a exemplo disso tem-se o encontro do ponto ótimo entre o aquecimento completo do volume de água destinada à ducha e somente o uso da energia proveniente da rede. Ainda seguindo na mesma direção, o controle assertivo, através da automatização, dos períodos de uso dos eletrodomésticos e de suas potências concederiam ao usuário melhor gestão de seu pico de demanda e, por conseguinte, de suas despesas mensais com energia elétrica.

REFERÊNCIAS

A. de Campos: **Gerenciamento pelo lado da demanda: um estudo de caso**. Dissertação de mestrado em Energia, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

A. S. Costa; H. H. Zurn; W. U. da Costa; M. V. Nunes; F. Vieira: **Gerenciamento da demanda e geração distribuída para alívio do suprimento de energia elétrica**. UFSC, 2006.

ALVES, Emanuel Filipe Galdino. **Gerenciamento ótimo da energia para consumidores residenciais e comerciais na tarifa branca**. 2019.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Cadernos Temáticos Aneel: Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica**. Brasília, abril de 2005.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Cálculo das tarifas de uso do sistema de distribuição (TUSD) e de tarifa de energia (TE) da Celpa Centrais Elétricas do Pará S.A. relativas à revisão tarifária periódica de 2015**. Nota Técnica no 125/2015, pp. 1–26, maio 2015.

C. W. Gellings: **The concept of demand-side management for electric utilities**. Proc. IEEE, vol. 73, no 10, pp. 1468–1470, 1985.

CHAGAS, L.; URBANO, A.; SCARMINIO, J. **Princípios Físicos e Químicos de Baterias de Íon Lítio**. Laboratório de Filmes Finos e Materiais, 2000.

COLE, Wesley; FRAZIER, A. Will; AUGUSTINE, Chad. **Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2021 Update**. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2021.

CPFL Paulista. **ANEEL Divulga Reajuste na Tarifa de Energia para Clientes da CPFL Paulista**, 2021.

D. R. Limaye: **Implementation of demand-side management programs**. Proc. IEEE, vol. 73, no 10, pp. 1503–1512, 1985.

D. R. V. Leite. **Medidores eletrônicos: análise de viabilidade econômica no contexto das redes**. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ENERGY & ENVIRONMENTAL ECONOMICS. **A survey of time of use (TOU) pricing and demand-response (DR) programs.** San Francisco, CA, 2005.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Metodologia: Projeção de Curva de Carga Horária.** São Paulo, 2020.

ESTEVES, Otávio Lopes Alves et al. **Inserção da geração fotovoltaica distribuída com armazenamento de energia para gerenciamento de demanda em horários de ponta em unidades consumidoras residenciais.** 2018.

FARUQUI, A. **The Impact of Dynamic Pricing on Low Income Customers.** 2010.

FERNANDES, M. S. et al. **Sistema solar de armazenamento de energia térmica com módulo de adsorção.** In: CYTEF 2016– VIII Congresso Ibérico| VI Congresso Ibero-Americano de Ciências e Técnicas do Frio. Coimbra–Portugal. 2016. p. 3-6.

GELLINGS, C. W. **The Concept of Demand-Side Management for Electric Utilities,** 1985.

HERMSDORFF, W.; OLIVEIRA FILHO, D. **Geração independente na ponta.** In: Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural. 2000.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key world energy statistics.** Paris: International Energy Agency, 2020.

L. C. Siebert; R. Aoki; E. K. Yamakawa; F. O. Toledo: **Gerenciamento pelo lado da demanda em redes inteligentes utilizando algoritmos genéticos.** Simpósio Bras. Sist. Elétricos, pp. 1–6, maio 2012.

LIMAYE, D. R. **Implementation of Demand-Side Management Programs.** Proceedings of the IEEE, 1985.

LIMBERGER, M. A. **Estudo da tarifa branca para a classe residencial pela medição de consumo de energia e de pesquisa de posses e hábitos.** PUC-Rio, Rio de Janeiro, abril de 2014).

MARKIT, I. H. S. IHS Markit. **Energy Storage Service,** 2020.

N. B. Braga: **Gerenciamento pelo lado da demanda em áreas residenciais.** Trabalho de conclusão de curso de engenharia elétrica da Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PRORET. **Programa de Regulação Tarifária: Bandeiras tarifárias.** Agência Nacional de Energia Elétrica, vol. 1, p. 15, 2015.

SOARES, Gabriel da Silva. **Estudo para redução do valor da conta de energia elétrica utilizando as vantagens da tarifa branca e armazenadores de energia.** 2019.

STORAGE BATTERY SYSTEMS. **PL Series AFT Series VRLA Front Terminal Batteries.** [S.l.], 2017.

WANG, Shengwei; XUE, Xue; YAN, Chengchu. **Building power demand response methods toward smart grid.** *Hvac&R Research*, v. 20, n. 6, p. 665-687, 2014.