



Artigo

Estudo de caso da tarifa branca considerando a implementação de técnicas de GLD e uso de aquecedor solar de água

Isabel Cristina Pinheiro de Gois ^[1], Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra ^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido; isbcris2@gmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-Árido; fkv@ufersa.edu.br

Recebido: 31/10/2020;

Aceito: 24/12/2020;

Publicado: 15/02/2021.

Resumo: Uma das maneiras modernas de conter a expansão do consumo sem comprometer o desenvolvimento econômico é o estímulo do uso eficiente de energia. Dessa forma, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL estabeleceu uma nova modalidade tarifária denominada Tarifa Branca que visa incentivar a redução do consumo de energia em horários de maior demanda. Entretanto, para que se torne viável ao consumidor, é necessário que haja deslocamento de carga para o período de menor demanda, já que neste horário, o valor da tarifa será menor. Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo analisar o impacto técnico e econômico da aplicação de técnicas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) considerando a implementação da tarifa branca e a substituição do chuveiro elétrico por um sistema de aquecedor solar de água (SAS) em uma unidade residencial de baixa tensão. As técnicas de GLD aplicadas foram: deslocamento de carga e redução de pico. Para analisar a viabilidade da tarifa branca foram realizadas simulações no *software HOMER PRO*. Os resultados obtidos mostraram que a combinação das estratégias de GLD com a substituição do chuveiro elétrico pelo SAS viabilizam o uso da tarifa branca já que reduzem o custo de energia da unidade consumidora.

Palavras-chave: Tarifa Branca; GLD; Chuveiro Elétrico; Aquecedor Solar de Água

Abstract: One of the modern ways to contain the expansion of consumption without compromising or economic development is to encourage the efficient use of energy. Regarding this scenario, the National Electric Energy Agency - ANEEL established a new tariff modality called the White Rate, which aims to encourage the reduction of energy consumption during times of greater demand. However, in order to make it viable to the consumer, it is necessary to relocate the charge for the period of least demand since at this time the tariff value will be lower. Therefore, this article aims to analyse a study of technical and economic impact of Demand Side Management (GLD) techniques considering the implementation of the white tariff and the replacement of the electric shower with a solar water heater system (SAS) in a low voltage residential unit. The applied GLD techniques were: load displacement and peak reduction. To analyze the feasibility of the white tariff modality, simulations were performed using the HOMER PRO software. The results showed that combination of GLD strategies and replacement of the electric shower by the SAS makes the use of the white tariff feasible since they reduce the energy cost of the consumer unit.

Key-words: White Tariff; GLD; Electric Shower; Solar Water Heater.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com suprimento energético fez com que aumentasse o interesse da sociedade pela gestão de energia. Diante deste cenário foi criado o Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) que, segundo [1], é um programa que envolve ações das concessionárias para produzir alterações nas curvas de carga dos consumidores e, como forma de incentivo, foram criadas tarifas diferenciadas de acordo com o horário do dia.

Atualmente no Brasil vigora a Tarifa Branca, aprovada em 2016 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), esta modalidade tarifária possui três postos tarifários: ponta, intermediário e fora de ponta e, para que se torne uma opção viável ao consumidor necessita de alterações nos seus hábitos de consumo, além de ações de eficiência energética, a exemplo, a substituição do chuveiro elétrico por sistemas de aquecimento solar de água.

Segundo [2] o aquecimento de água corresponde a 24% do total da energia consumida considerando apenas o setor residencial. Logo, estimar o uso de aquecedor solar de água configura-se como uma alternativa de eficiência de energia, e, apesar do custo inicial elevado, iniciativas como aplicação de técnicas de GLD podem colaborar com a maior disseminação desse tipo de sistema.

A problemática deste trabalho consiste em analisar através de simulações feitas no *software Homer PRO* a viabilidade técnica e econômica da aplicação de técnicas de GLD deslocamento de carga e redução de pico, assim como a substituição do chuveiro elétrico pelo sistema de aquecedor solar em uma residência de baixa tensão com consumo médio mensal de aproximadamente 280 kWh. Diante dos resultados obtidos, será possível definir a alternativa mais econômica e que seja capaz de suprir à demanda energética da unidade consumidora.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gerenciamento pelo Lado da Demanda

De acordo com [3] o gerenciamento pelo lado da demanda envolve planejamento, análise e implementação de atividades que influenciam os consumidores a mudar a configuração do seu perfil de consumo.

As estratégias de GLD podem ser utilizadas individualmente ou combinadas para remodelar a curva de carga. Dentre elas, destacam-se: a conservação energética, crescimento estratégico da carga, curva de carga flexível, deslocamento de carga, preenchimento de vales e redução de pico [1]. Neste trabalho serão aplicadas duas destas estratégias, a redução de pico e deslocamento de carga, ambas com o objetivo de manipular a carga no horário de ponta.

A técnica de redução de pico, segundo Campos [3] é definida como a redução da carga de ponta, conseguida geralmente através do controle direto, pela empresa de energia, de um aparelho de uso final. Já a técnica de deslocamento de carga, de acordo com Braga [1], incentiva os consumidores a deslocarem o consumo de energia elétrica do horário de ponta para o horário fora de ponta e, neste caso, possui um motivador financeiro, já que impõe tarifas mais caras no horário de ponta e tarifas mais baratas no horário fora de ponta.[4].

2.2. Tarifa Branca

A tarifa horária branca foi aprovada a partir da Resolução Normativa nº 733/2016 da ANEEL [5] e a partir de janeiro de 2020 poderá ser exercida por todos os titulares atendidos em baixa tensão, excetos as unidades consumidoras da subclasse baixa renda da classe residencial.

Ao oferecer essa nova estrutura tarifária, o objetivo da ANEEL é incentivar o uso mais eficiente do sistema elétrico, tendo a sinalização de preços como mecanismo indutor da modulação de carga, cobrando-se mais caro para o uso da energia em horário nos quais esta é mais demandada [6]. Logo, como resultado da inserção da tarifa branca, espera-se que os benefícios financeiros concedidos, referente à energia mais barata consumida no horário fora de ponta, sejam compensados pela menor demanda nos horários de ponta e, conseqüentemente, a postergação dos investimentos na infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica [7].

Os postos tarifários são definidos por distribuidora no processo de revisão tarifária de acordo com a Resolução Normativa nº 414/2010 [8]. Na tarifa branca aplicam-se três postos tarifários: ponta, intermediário e fora de ponta. O horário de ponta é um período diário de 3 horas consecutivas, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais; o horário intermediário é um período de horas conjugadas ao horário de ponta, podendo variar de 1h à 1h30min antes e depois do horário de ponta; e o horário fora de ponta é o período diário composto pelas horas consecutivas e complementares ao horário de ponta e intermediário.

Diferente da tarifa branca, a convencional apresenta uma tarifa única de consumo, independente das horas de utilização do dia. Antes de optar pela adoção da tarifa branca, o consumidor deve avaliar o seu perfil de consumo e traçar um comparativo entre a tarifa convencional e a tarifa horária branca, sendo esta última vantajosa apenas para os consumidores que podem deslocar o consumo de energia elétrica do horário de ponta para o intermediário ou, preferivelmente, para o horário fora de ponta [9]. Caso isto não seja possível, à adesão à tarifa branca pode ocasionar um aumento indesejável na fatura de energia sendo, portanto, mais indicado permanecer na tarifa convencional.

2.3. Sistema de Aquecimento Solar de Água

O aquecimento de água para utilização doméstica, especialmente para o banho, está presente na maior parte das residências do Brasil e dentre as várias alternativas para se aquecer a água a mais utilizada é o chuveiro elétrico. De acordo com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo (PPH) – Ano base 2005 – dos 80,9% dos domicílios brasileiros que aquecem a água para banho, 73,5% utilizam energia elétrica como fonte de aquecimento e apenas 0,4% usam aquecedor solar [10].

Conforme [11] apesar de ser um equipamento com baixo custo de aquisição, simplicidade na instalação e complexidade tanto para operação quanto para manutenção, o chuveiro elétrico possui alto custo de utilização, pois é um equipamento de alta potência. Segundo [12] para o consumidor isto resulta no aumento da conta de energia e, para as concessionárias, este equipamento apresenta características indesejáveis como baixo fator de potência que contribui para a degradação da qualidade da energia e, além disso, devido às características de demanda concentrada em curtos espaços de tempo, ocorre a formação de picos de consumo.

Diante deste cenário, a utilização da energia solar térmica é uma alternativa que gera uma série de benefícios, já que há o aproveitamento da energia solar que é uma fonte gratuita de energia, abundante e não poluente; promove a contribuição para preservação do meio ambiente por conservar a energia elétrica; contribui para a redução das dificuldades para o suprimento de energia e de potência que eventualmente venham ocorrer no sistema elétrico nacional; cria empregos locais diretos e indiretos [7].

Os sistemas de aquecimento solar são compostos por coletores solares, reservatório de fluido (boiler), fonte auxiliar de energia e um sistema de distribuição de fluido aquecido, sendo o coletor solar o componente mais importante do sistema de aquecimento solar, já que é responsável pela conversão da energia solar em energia térmica [13].

Existem dois tipos de sistema para aquecimento solar de água, o sistema ativo (sistema de fluxo forçado) e o sistema passivo. Os sistemas ativos usam uma bomba para circular a água do coletor para o boiler, já o sistema passivo utiliza a convecção natural em razão das diferenças de densidade. Tem-se ainda que o abastecimento de água quente do coletor solar pode ser feito de forma direta, quando a água do reservatório é obtida diretamente do aquecedor, ou de forma indireta, quando é inserido um trocador de calor no interior do reservatório e o líquido de trabalho é um fluido refrigerante [14].

Para aplicações em residências, a forma mais utilizada é a passiva direta, pois apresenta um custo menor devido ao fato de não fazer uso de bombas, entretanto, em regiões mais frias o emprego do sistema ativo indireto é indicado devido a possibilidade de congelamento da água nas tubulações. Termossifão e sistema integrado

são exemplos de sistemas passivos e são amplamente utilizados [15], sendo neste trabalho, o SAS proposto a ser implementado.

Termossifão ocorre quando a água no coletor se expande, tornando-se menos densa à medida que o calor é adicionado pela energia solar e sobe por meio do coletor para o topo do tanque de armazenamento que é “acoplado” e montado horizontalmente acima dos coletores solares no telhado. Assim, a água de temperatura mais baixa no tanque se move para baixo até o tubo de entrada do coletor por conta de sua maior densidade [16]. A Figura 1 demonstra um sistema Termossifão.

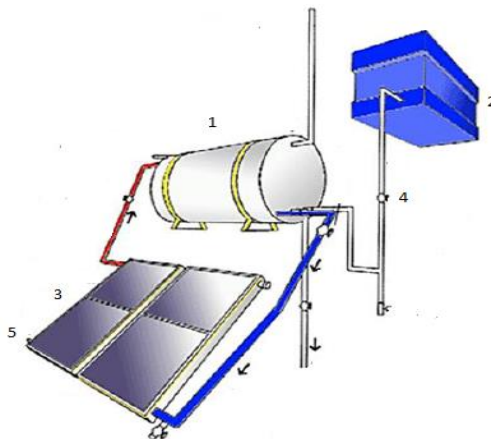


FIGURA 1. Sistema de Aquecimento Solar de Água. 1. Boiler (reservatório térmico); 2. Caixa d'água; 3. Coletores Solares; 4. Registro; 5. Válvula anticongelamento. Fonte: [17].

Um dos principais problemas relacionados à difusão da implementação da tecnologia de aquecimento solar de água é o custo de aquisição dos equipamentos e sua instalação, particularmente para as residências de baixa renda [18]. Dessa forma, para que se torne uma alternativa democrática e eficiente para a população brasileira, deve-se definir ações efetivas de modo a vencer as barreiras tecnológicas e comerciais.

É importante ressaltar que a efetiva implementação de sistemas de coletores solares representa para a concessionária uma das alternativas para se aplicar o Gerenciamento pelo Lado da Demanda, já que um dos objetivos é minimizar a carga na ponta, reduzindo-a ou deslocando-a para outro horário, fazendo com que os consumidores finais sejam estimulados a transferir seus horários de consumo de energia [19]. Logo, é uma alternativa para quem não pretende mudar o perfil de consumo mas quer desfrutar dos benefícios da Tarifa Branca.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os casos estudados foram divididos em dois cenários: um considera a utilização do chuveiro elétrico na residência e o outro considera a substituição do chuveiro elétrico pelo sistema de aquecimento solar de água. Dentro de cada cenário foram realizadas simulações combinando a tarifa convencional e a tarifa branca com a implementação da combinação das técnicas de GLD gerenciamento de carga e redução de pico. A estrutura dos cenários simulados pode ser visualizada na Figura 2.

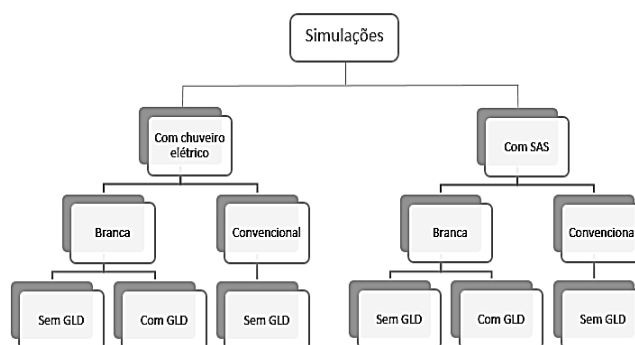


FIGURA 2. Fluxograma das simulações realizadas. Fonte: [20].

Como pode ser visto na Figura 2, foram realizadas 6 simulações e, diante dos resultados apresentados, serão realizadas análises comparativas para que, dessa forma, seja verificada a situação que apresenta maior viabilidade técnica e econômica para a unidade consumidora em questão.

As simulações foram feitas utilizando o *Homer Pro*, que é um *software* pago desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory (NREL)* mas que disponibiliza uma versão gratuita por 3 meses. O *Homer Pro* caracteriza-se como um modelo de otimização de sistemas híbridos de energia, tendo como objetivo prever a configuração de sistemas descentralizados, avaliando um grande número de alternativas na busca da melhor solução [21]. Logo, o objetivo é identificar o sistema de menor custo, capaz de suprir a demanda de energia de uma determinada carga.

Para isso, um processo de otimização realizado por este programa computacional necessita, dentre outros, dos seguintes dados: curva de carga da unidade consumidora, modalidade tarifária, valores de tarifa de energia para os postos tarifários e características dos componentes que farão parte do sistema em análise que, no caso deste trabalho, é o sistema de aquecimento solar de água, assim, deverá ser estipulado um valor necessário de capital de investimento.

A unidade consumidora em estudo está localizada na cidade de Mossoró-RN, se enquadrada no grupo B1 residencial e possui uma média anual de consumo mensal de aproximadamente 280 kWh. Para a realização das simulações, conforme mencionado, o *Homer Pro* considera a curva de carga da UC, para isto, foi feito um levantamento de cargas e de consumo da residência em estudo e a curva de carga fornecida pelo *software* é indicada na Figura 3.

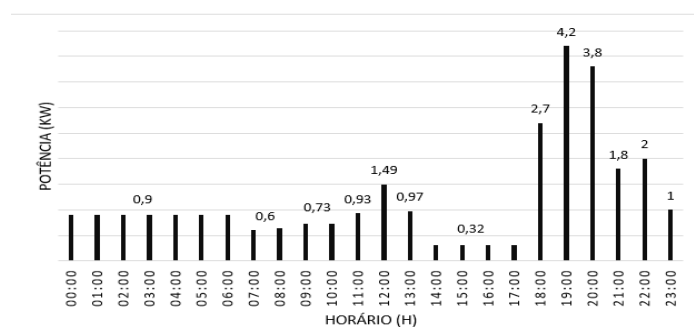


GRÁFICO 1. Curva de Carga da UC. Fonte: [20].

Também foi implementada no *Homer Pro* a localização da UC, de modo que os resultados sejam mais precisos, já que será levada em consideração a radiação solar local onde será instalado o sistema de aquecimento solar de água. Em seguida, foi montado o diagrama com os componentes que serão necessários para a realização das simulações, que, neste caso, será a rede elétrica e a carga, conforme pode ser visto na Figura 3.

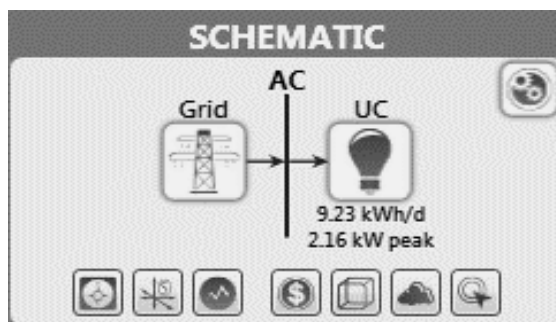


FIGURA 3. Curva de Carga da UC. Fonte: [20].

Em cada simulação será necessário especificar no *software* a modalidade tarifária que está sendo utilizada no sistema, bem como o valor da tarifa de energia para os postos tarifários. O *Homer Pro*, após o processo de otimização, classifica os resultados encontrados por meio do custo final de energia (do inglês *cost of energy* – COE). O COE é a média do custo por kWh consumido, seja este produzido pelo sistema de geração ou comprado da rede. O programa usa vários fatores para se calcular o custo anual total de energia, tais como a base do kWh, fatores financeiros diversos (inflação, taxa de desconto), entre outros. Outro parâmetro que também é levado em consideração na avaliação dos resultados é o NPC – custo atual líquido (net present cost) – que representa a diferença entre o valor respectivo a todos os custos do sistema (custo de capital, de substituição, de compra de energia, entre outros), e o valor total da receita gerada ao longo da vida útil. A vida útil adotada para o sistema foi de 25 anos.

4. RESULTADOS

Conforme mencionado anteriormente foi realizado neste trabalho um estudo de caso acerca da implementação de técnicas de GLD, duas diferentes modalidades tarifárias e a substituição do chuveiro elétrico pelo sistema de aquecimento solar de água em uma UC localizada em Mossoró-RN e enquadrada no grupo B1 residencial por meio do *software Homer Pro*.

Cada simulação contém características diferentes de modalidade tarifária, preço das tarifas, modificação na curva de carga, dentre outras. Portanto, a partir dos resultados será possível eleger a opção mais vantajosa para o estudo em caso.

4.1. Análise com a tarifa convencional utilizando chuveiro elétrico

A primeira simulação considera a situação atual da unidade consumidora, em que a modalidade tarifária adotada é a convencional. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos.

TABELA 1. Simulação com a tarifa convencional e utilizando chuveiro elétrico. Fonte: [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
27694	0,666	2142	0

Uma vez que a simulação está considerando a situação presente da UC, não há exigências de investimentos iniciais, logo, o capital inicial é nulo.

4.2. Análise com a tarifa branca utilizando chuveiro elétrico

A segunda simulação considerou a situação em que a UC adere à tarifa branca sem realizar nenhuma alteração na curva de carga. Com a mudança da modalidade tarifária, deverá ser inserido no *software* os valores referentes aos três postos tarifários: ponta, intermediário e fora de ponta, bem como os horários que estes são aplicados de acordo com a concessionária local COSERN. A Tabela 2 mostra os resultados obtidos nesta simulação.

TABELA 2. Simulação com a tarifa branca e utilizando chuveiro elétrico. Fonte [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
30470	0,742	2272	0

Nesta simulação houve apenas a adesão à modalidade tarifária branca, logo, assim como na primeira, não houve exigência de investimentos iniciais, portanto, o capital inicial é zero.

Comparando as simulações 4.1 e 4.2, nota-se que é mais viável para a UC manter-se na modalidade tarifária convencional, uma vez que a segunda simulação mostrou que o custo de operação, NPC e COE são maiores quando adota-se a tarifa branca.

4.3. Análise com a tarifa branca utilizando chuveiro elétrico e implementando técnicas de GLD

Nesta simulação foi considerada a implementação da combinação das técnicas de GLD deslocamento de carga e redução de pico, ou seja, foi reduzido, quando possível, o consumo de algumas cargas de energia no horário de ponta e outras foram deslocadas para horário de menor demanda de energia. Desta forma, haverá modificação na curva de carga da unidade consumidora, como pode ser visto no Gráfico 2. Os resultados obtidos na análise da simulação podem ser vistos na Tabela 3.

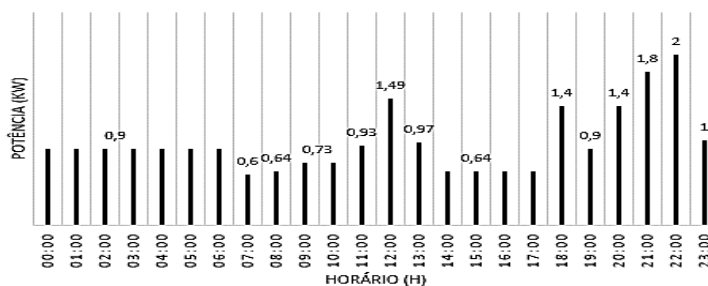


GRÁFICO 2. Curva de Carga da UC quando aplicadas as técnicas de GLD. Fonte: [20].

TABELA 3. Simulação com a tarifa branca, utilizando chuveiro elétrico e aplicando as técnicas de GLD. Fonte: [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
26528	0,652	2052	0

Fazendo uma análise comparativa entre as simulações 4.1, 4.2 e 4.3, é possível constatar que com a implementação das técnicas de GLD haverá maior viabilidade para adesão à tarifa branca, devido as alterações na curva de carga. Assim esta simulação é a mais atrativa até o presente momento pois apresenta menores valores de COE e NPC.

4.4. Análise da tarifa convencional utilizando o SAS

Esta simulação considera a implementação do sistema de aquecimento solar de água e a retirada do chuveiro elétrico. A modalidade tarifária utilizada é a convencional. Os resultados obtidos podem ser vistos na Tabela 4.

TABELA 4. Simulação da UC com a tarifa convencional e SAS. Fonte: [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
30694	0,73	2342	2500

Nesta simulação, devido a implementação do SAS é exigido um investimento inicial, conforme pode ser visto na Tabela 4. Este valor foi baseado na necessidade do consumidor em utilizar um SAS para uma caixa d'água de 300 litros, assim, foram pesquisados os valores dos componentes do sistema e levado em consideração o custo de sua montagem. Os resultados obtidos mostram que o valor do custo de operação e NPC são maiores quando comparado às simulações anteriores, devido a instalação do SAS. Entretanto, o COE apresentou vantagem com relação a simulação 4.2, pois apresenta um valor inferior.

4.5. Análise com a tarifa branca utilizando o SAS

Para esta simulação foi feita a mudança da modalidade tarifária convencional para a tarifa branca e a substituição do chuveiro elétrico pelo SAS. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos.

TABELA 5. Simulação da UC com a tarifa branca e SAS. Fonte: [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
31698	0,767	2420	2500

Conforme apresentado na Tabela 5 e comparando com as simulações anteriores, não é viável para a UC fazer a substituição do chuveiro elétrico pelo SAS e a mudança tarifária de convencional para branca, pois o valor de COE apresentado foi o maior com relação às outras simulações, bem como o NPC e custo de operação.

4.6. Análise com a tarifa branca utilizando o SAS e implementando técnicas de GLD

Nesta última simulação foi feita a implementação das técnicas de GLD deslocamento de carga e redução de pico, logo a curva de carga é a mesma apresentada no Gráfico 2, e é feita a substituição do chuveiro elétrico pelo SAS. A modalidade tarifária utilizada é a tarifa branca. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 6.

TABELA 6. Simulação da UC com a tarifa branca utilizando o SAS e implementando as técnicas de GLD. Fonte: [20].

<i>NPC (R\$)</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>Custo de Operação (R\$/ano)</i>	<i>Capital Inicial (R\$)</i>
28134	0,643	2060	2500

Os resultados da simulação visualizados na Tabela 6 mostram-se mais atrativos que todas as simulações anteriores. Quando comparado à simulação 4.5, por exemplo, devido à aplicação das técnicas de GLD que modifica a curva de carga do consumidor, há redução dos custos de energia.

Quando se compara a simulação 4.6 com 4.3, percebe-se que apesar dos custos de operação e NPC serem maiores, devido ao custo de investimento do SAS, o custo de energia (COE) é menor, logo, o estudo mostra que é viável para a UC fazer a substituição do chuveiro elétrico pelo SAS e aderir à tarifa branca, desde que seja feita a implementação do gerenciamento de carga.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através das simulações realizadas no *software Homer Pro* foram bastante satisfatórios, pois mostram que com a implementação das técnicas de GLD a adesão da tarifa branca torna-se viável ao consumidor, uma vez que ao deslocar o consumo do período de ponta para o período fora de ponta, obtém-se economia na conta de energia elétrica.

Assim, pôde-se verificar que a maior viabilidade para esta UC é a substituição do chuveiro elétrico pelo Sistema de Aquecimento Solar de Água, a adesão à modalidade tarifária branca e a implementação de técnicas

de GLD. É possível observar nestas simulações o impacto negativo que a não implementação das técnicas de GLD causa sobre o consumidor, conforme pode ser visto nas simulações 4.2 e 4.5, portanto, para a efetiva realização da economia oferecida pela tarifa branca, é fundamental o comprometimento do consumidor em aplicar as técnicas de GLD, uma vez que não aplicadas, o impacto negativo pode ser muito grande.

REFERÊNCIAS

- [1] Braga, Nina Bordini. Gerenciamento pelo Lado da Demanda em Áreas Residenciais. UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.
- [2] ANEEL. Atlas da Energia Elétrica do Brasil. São José dos Campos, SP. 2ª edição – 2017. Disponível em <<http://www.absolar.org.br/atlas-brasileiro-de-energia-solar-2ª-edicao.html>> Acesso em 3 de outubro de 2019.
- [3] Campos, Alexandre de. Gerenciamento Pelo Lado da Demanda: Um Estudo de Caso. 2004. 95f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, USP, São Paulo, 2004.
- [4] Cunha, Murilo V. da; Bernardon, Daniel P.; Ramos, Diego B. Técnicas de GLD Aplicadas ao Consumidor de BT Considerando a Tarifa Branca e a Geração Distribuída. UFSM, Santa Maria, 2015.
- [5] ANEEL. Postos Tarifários. Disponível em <<https://www.aneel.gov.br/postos-tarifarios>>. Acesso em 13 de nov. 2019.
- [6] LIMBERGUER, Marcos Alexandre. Estudo da tarifa branca para a classe residencial pela medição de consumo de energia e de pesquisa de posses e hábitos. 162 f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.
- [7] BAPTISTA, Danilo Febroni. Estrutura da tarifa branca de energia elétrica no Brasil: Análise crítica e proposição metodológica. 129 f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.
- [8] ANEEL. Tarifas Consumidores. Disponível em < https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgBE/content/modalidade/654800>. Acesso em 15 de nov. 2019.
- [9] Silva, Rodrigo V.; Affonso, Carolina M. Gerenciamento pelo Lado da Demanda de um Sistema Residencial Utilizando Recozimento Simulado. UFPA, Pará, 2015.
- [10] ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras S. A. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano base 2005 - Disponível em <<http://www.procel.gov.br/main.asp?View={4A5E324F-A3B0-482A-B1CD-F75A2A150480}>> Acesso em 04 dez 2019.
- [11] Tomé, M. C. Análise do Impacto do Chuveiro Elétrico em Redes de Distribuição no Contexto da Tarifa Horossazonal. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- [12] Napolini, Helena Flávia. Agregação da Energia Solar Térmica ao Aquecimento da Água para o Banho na Moradia Popular no Brasil. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.
- [13] SIQUEIRA, A. M. O. Desenvolvimento de um programa de simulação computacional de sistemas de aquecimento solar para água. 131 p. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.
- [14] DIAS, Lucilene Silva. Estudo Prospectivo e Econômico da Substituição do Chuveiro Elétrico pelo Aquecedor Solar na Cidade de Uberlândia-MG. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2005.
- [15] CRUZ, Talita Borges. Análise do Potencial de Inserção de Energia Solar Térmica para Aquecimento de Água em Residências Unifamiliares no Brasil. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
- [16] SANTOS, Daisy Regina dos. Avaliação Técnica-Econômica Comparativa de Sistemas de Aquecimento de Água Utilizando diferentes Fontes Energéticas (elétrica, solar e GLP). Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Paraná, 2019.
- [17] SOLETROL. Como Funciona o Aquecedor Solar de Água Soletrol. Disponível em <<https://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/>>. Acesso em 2 de dez 2020.

- [18] SÁLES, Isolda Cíntia Ferreira de. Análise da substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar: uma contribuição ao setor elétrico na conservação de energia. 158 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2008.
- [19] CHADE, J. F. Estudo do Sistema Gerenciamento pelo Lado da Demanda para Consumidores e Distribuidores de Energia Elétrica. São Paulo, 2004.
- [20] GOIS, Isabel Cristina P. de. Análise da Tarifa Branca em uma unidade residencial considerando a implementação de técnicas de GLD e uso de aquecedor solar de água. Trabalho de Conclusão de Curso - Ufersa.2020.
- [21] ALMEIDA, S. C. A.; FREIRE, R. L. Geração de Energia Elétrica através de Sistema Híbrido Diesel-Eólico para um Hospital. Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural (AGRENER GD), 2008.