

GESTÃO DE CONTRATOS DO GRUPO A4 NO MERCADO CATIVO – O CUSTO DE ENERGIA ALGEBRICAMENTE MÍNIMO

Lucas Assis de Moraes

Possui graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação (2011), mestrado em Engenharia Elétrica (2014) e doutorado em Engenharia Elétrica (2019), todos pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP). Possui aperfeiçoamento em Automação de Processos de Saneamento (2020) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Atualmente é engenheiro da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Endereço: Av. Padre Antônio Brunetti, 1234 – Vila Alves – Itapetininga – SP – CEP: 18208-080 – Brasil – Tel: +55 (15) 3275-9186 – e-mail: lamoraes@sabesp.com.br

RESUMO

A adequação contratual de energia é uma estratégia de pouquíssimo esforço e baixíssimo investimento, mas que pode resultar em grande impacto para a redução de despesas. Este trabalho tem por objetivo desenvolver algebricamente equações para subsidiar a tomada de decisão contratual para consumidores de energia do grupo A4 no mercado cativo, abordando a escolha da melhor modalidade tarifária e melhor demanda contratada. Seguindo as considerações feitas para o desenvolvimento, os resultados mostram que usando apenas dados contidos nas faturas de energia, é possível obter facilmente a melhor configuração contratual. Como exemplo, foi usada a projeção de consumo de uma unidade consumidora da Sabesp em Avaré. Verificou-se qual a melhor modalidade tarifária e demanda contratada para o próximo ciclo de 12 meses de faturamento nesta unidade consumidora. Observou-se também que o consumo fora-ponta não interfere nas decisões de otimização. A definição da melhor modalidade tarifária é bastante direta, enquanto a definição da demanda contratada permite uma certa flexibilidade de escolha dentro de uma faixa quase-ótima de opções. Como sugestão de trabalhos futuros, cita-se a investigação de um desenvolvimento algébrico para consumidores com particularidades diversas das abordadas por este trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Energia elétrica, otimização contratual, redução de custos.

INTRODUÇÃO

Existem diversas estratégias que qualquer consumidor de energia pode empregar para minimizar o valor de sua fatura. Reduzir o consumo de energia é a mais evidente delas, já que pode ser utilizada até mesmo pelos menores consumidores do sistema elétrico, porém exige um certo esforço operacional. Geração própria de energia (que em muitos casos pode ser “traduzida” como redução de consumo) também reduz o valor da fatura, mas requer que sejam feitos investimentos.

Consumidores de maior porte se enquadram em categorias diferentes de fornecimento, e por isto é formalizado um contrato de fornecimento, em que o consumidor pode escolher alguns parâmetros. Fazendo-se escolhas adequadas e convenientes, ganham-se novas estratégias de minimização da fatura além da redução de consumo ou da geração própria.

Para o consumidor do grupo A4 do mercado cativo de energia, por exemplo, há dois relevantes parâmetros de seu contrato de fornecimento que lhe é cabida escolha: a demanda contratada e a modalidade tarifária. Certamente o valor final da fatura engloba diversos outros aspectos, como o já citado consumo, impostos, bandeiras tarifárias, dentre outros. Mas já há ao menos três ângulos de ataque diferentes para a redução do valor faturado: consumo, modalidade tarifária e demanda contratada.

OBJETIVO DO TRABALHO

Dos três ângulos de ataque citados para redução do valor da fatura, este trabalho abordará apenas os dois últimos. A redução do consumo não será abordada, pois foi considerado que a operação já acontece da melhor forma possível, inclusive com relação à distribuição das cargas nos horários de ponta e fora-ponta. Também foi desprezada a possibilidade de realizar investimentos.

Apenas adequar o contrato de fornecimento já pode trazer grande impacto no valor da fatura, requerendo pouquíssimo esforço operacional e baixíssimo custo. Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver equações algébricas, com base na forma de tarifação descrita na Resolução Normativa ANEEL n°. 1000, para facilitar a decisão da modalidade tarifária e da demanda contratada em um contrato de energia do grupo A4 no mercado cativo, com foco na minimização do custo contratual ao longo de seu período de vigência.

METODOLOGIA UTILIZADA

Primeiramente, está definida a nomenclatura utilizada, a saber:

D = Demanda;
p = ponta;
fp = fora de ponta;
c = contratada;
r = registrada;
kWh = consumo;
\$ = tarifa;
a = azul;
v = verde.

Exemplo de variável: \$Dap = Tarifa da demanda na modalidade azul em horário de ponta.

Não cabem nas equações a seguir quaisquer bandeiras tarifárias, impostos, taxas, tarifas e descontos, pois são aplicados a qualquer configuração contratual em um momento posterior ao cálculo de consumo e demanda.

Com informações contidas nos sites das concessionárias e nas normas da ANEEL, considerou-se que o valor do kWh engloba TE+TUSD, além de que:

$$\$Dv = \$Dafp$$

$$\$kWhvfp = \$kWhafp$$

Modalidade Tarifária

O equacionamento do faturamento mensal na modalidade tarifária verde fica:

$$\text{Máx}(Dp, Dfp) * \$Dv + Dp * tp * \$kWhvp + Dfp * tfp * \$kWhvfp$$

Já para a modalidade tarifária azul, tem-se:

$$Dp * \$Dap + Dfp * \$Dafp + Dp * tp * \$kWhap + Dfp * tfp * \$kWhafp$$

Independentemente de qual demanda (contratada ou registrada) será faturada, o custo será o mesmo para ambas as modalidades tarifárias. Por isto, no equacionamento acima, há distinção de demanda apenas no horário ponta e fora-ponta.

O termo tp significa: “o tempo equivalente na ponta para que o consumo, ou seja, a integral sob a curva de demanda seja igual ao produto tp*Drp”. Algebricamente, $tp = kWhp/Drp$. O termo tfp é análogo, mas para o período fora de ponta.

Desenvolvendo, comparando e simplificando as equações com a premissa de que “o custo da modalidade verde é maior que o da modalidade azul”, obtém-se a inequação abaixo que, sendo verdadeira, também é a premissa:

$$tp > \{ \$Dap - [(1 - \text{Mín}(Dp, Dfp)/Dp) * \$Dafp] \} / (\$kWhvp - \$kWhap)$$

Demanda Contratada

Há três faixas de custo individual (C_i) de demanda, aplicadas a cada faturamento, a depender da Dr :

$$\text{Se } Dr < Dc, \text{ então } C_i = Dr * \$D + (Dc - Dr) * 0,82 * \$D$$

$$\text{Se } Dc \leq Dr \leq 1,05 * Dc, \text{ então } C_i = Dr * \$D$$

$$\text{Se } Dr > 1,05 * Dc, \text{ então } C_i = Dr * \$D + 2 * (Dr - Dc) * \$D$$

Os contratos de energia no grupo A4 têm validade de um ano, e a escolha da demanda contratada se aplica aos 12 faturamentos do contrato. Dessa forma, a função custo para a demanda é a somatória do custo individual de 12 demandas.

$$C = \sum C_i, i = 1, 2, \dots, 12$$

Assim, com uma série de 12 Dr , basta encontrar Dc que minimize C para definir a demanda a ser contratada. O procedimento deve ser aplicado independentemente para os períodos de ponta e fora-ponta, já que o custo da demanda é diferente nos dois períodos.

RESULTADOS OBTIDOS

As equações obtidas algebricamente na metodologia foram aplicadas a uma unidade consumidora real do mercado cativo no grupo A4. A alíquota do imposto e o limite de tolerância da demanda que compõem partes da função custo para a demanda contratada são os específicos para esta unidade consumidora estudada, e podem não se aplicar igualmente a uma UC arbitrária qualquer.

A Tabela 1 abaixo mostra o comportamento de consumo e demanda em um período contratual padrão, de 12 meses.

Tabela 1: Comportamento de consumo e demanda de uma unidade consumidora em Avaré

Mês	kWhp	kWhfp	Drp	Drfp
1	1277	14811	51	54
2	1231	15186	55	60
3	1265	15517	60	64
4	1257	14003	53	58
5	1267	14853	65	70
6	1318	15506	65	72
7	1181	14393	65	70
8	1127	15224	58	66
9	1104	13615	59	65
10	1040	13364	58	63
11	1152	13689	59	64
12	1254	15434	58	63

Já a Tabela 2 contém os valores a serem aplicados na inequação que calcula tp . O resultado obtido é 41,14 horas.

Tabela 2: Tarifas sem tributos na concessionária da unidade consumidora

Termo	Valor	Unidade
\$Dap	42,52	R\$/kW
\$Dafp	18,84	R\$/kW
\$kWhvp	1,52181	R\$/kWh
\$kWhap	0,48815	R\$/kWh

Usando os dados da Tabela 1, e fazendo kWhp/Drp, a média de horas por faturamento em que a carga fica ligada na ponta com consumo equivalente à demanda constante é de 20,59 horas (variando entre 18,02 e 25,18). Como este valor médio está abaixo das 41,14 horas, a premissa da inequação é falsa, e a modalidade tarifária que minimiza os custos para esta UC é a verde.

Já para a escolha da demanda contratada, como a modalidade verde tem demanda contratada única, basta usar o maior valor de Dr para cada mês (que neste caso, coincidem todos com Drfp). Com esta série da Tabela 1, encontrou-se a demanda contratada ótima para minimizar a função custo da demanda. O valor a ser contratado é 67 kW, conforme Figura 1.

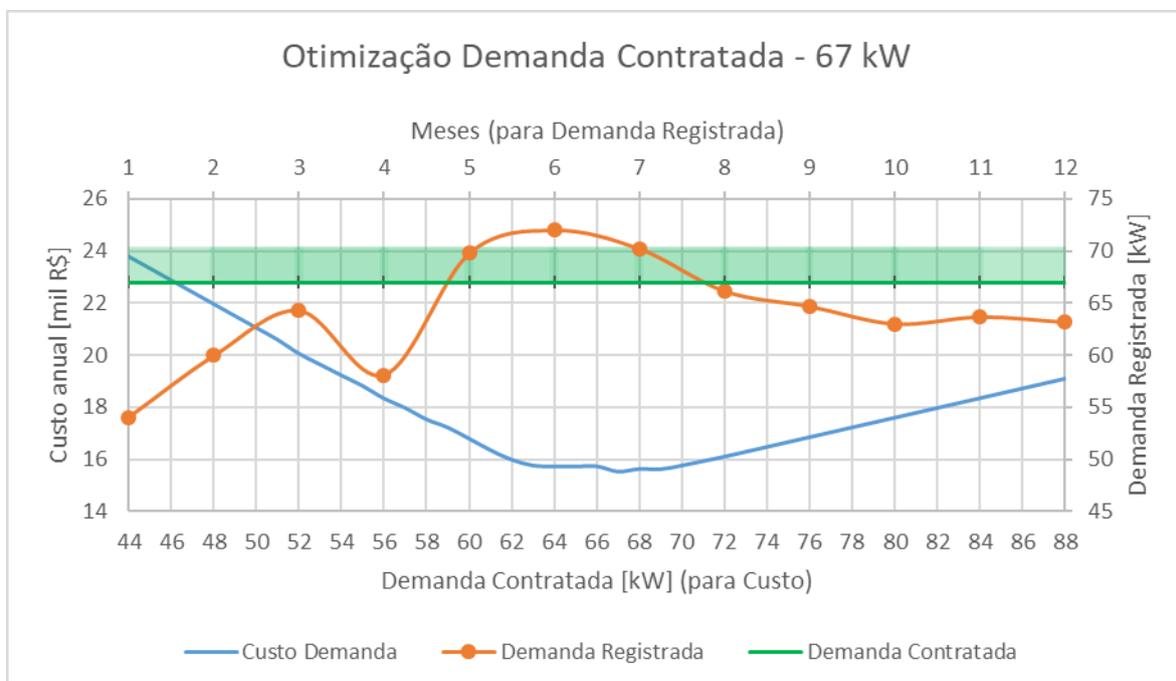


Figura 1: Otimização da demanda contratada

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o exemplo mostrado, ficou definida a melhor configuração contratual: modalidade tarifária verde e demanda contratada única de 67 kW.

Com relação à escolha da modalidade tarifária, o resultado obtido é interessante em sua facilidade de aplicação, já que a equação para obter t_p é bastante simples e depende apenas de valores em R\$ de consumo e demanda, que são estabelecidos e divulgados pelas concessionárias de energia. Devido à forma como o faturamento enxerga o consumo e a demanda, o mesmo t_p também pode ser obtido dividindo o primeiro pelo segundo. Dessa forma, com as considerações feitas neste trabalho para o desenvolvimento algébrico, comparar os resultados de t_p obtidos por ambas as formas e, portanto, definir a melhor modalidade tarifária a ser contratada, é trivial.

Já com relação à demanda ótima contratada, evidencia-se o fato de que a minimização do faturamento ao longo do período contratual não significa necessariamente que não serão pagas multas por ultrapassagem de demanda

uma vez ou outra durante sua vigência. No exemplo mostrado, há um mês em que há penalidade por ultrapassagem (ponto laranja acima da faixa verde de 5% de tolerância da demanda contratada), mas mesmo assim, o valor somado de todos os 12 faturamentos é mínimo (ponto mínimo da curva azul) se a demanda contratada é a encontrada pela minimização da equação do custo total.

Por fim, destaca-se o surpreendente fato de que o consumo fora-ponta não influencia qualquer decisão a respeito de otimização dos contratos.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi realizada uma abordagem algébrica para determinar a melhor modalidade tarifária e a melhor demanda contratada para firmar um contrato de energia elétrica no grupo A4 no mercado cativo. Com as considerações feitas para o desenvolvimento da metodologia, mostrou-se que apenas com dados constantes nas faturas de energia, mais especificamente consumo na ponta, demanda registrada na ponta e demanda registrada fora-ponta, é possível encontrar a melhor configuração contratual.

A aplicação da metodologia não é complexa, e é alheia ao uso de simuladores fornecidos pelas concessionárias em seus sites. Na verdade, ao menos para a modalidade tarifária, eles comprovam a eficácia da metodologia desenvolvida neste trabalho. Fica aqui o convite ao leitor para verificar se suas próprias unidades consumidoras já estão com sua melhor modalidade tarifária contratada.

Com relação à demanda contratada, o desenvolvimento algébrico para a minimização de uma função custo mostrou-se válido, porém cabe uma ressalva: há apenas um ponto ótimo para a demanda contratada, mas há uma faixa de pontos quase ótimos. No exemplo mostrado, esta faixa varia entre 62 e 71 kW, sendo o valor ótimo igual a 67 kW. A largura desta faixa depende da variação do comportamento da demanda em cada faturamento: uma maior variação implica também uma maior faixa quase ótima. Um consumidor com maior aversão ao risco da penalidade de ultrapassagem de demanda tem uma certa flexibilidade para optar por um valor quase ótimo tendendo ao maior valor dentro desta faixa.

Sugere-se como trabalhos futuros desenvolvimento algébrico semelhante ao realizado neste trabalho, mas para consumidores com peculiaridades diferentes, como por exemplo os consumidores de demais grupos tarifários, ou consumidores do mercado livre de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - Resolução Normativa ANEEL nº. 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>. Acesso em: 19/12/2022
2. SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA - Súmula nº. 391. Disponível em <https://www.stj.jus.br/publicacaoinstitutional/index.php/sumstj/article/download/5455/5579>. Acesso em: 19/12/2022.
3. CPFL ENERGIA - Tarifas CPFL Santa Cruz. Disponível em <https://www.cpfl.com.br/empresas/tarifas-cpfl-santa-cruz>. Acesso em: 19/12/2022.