

Redução de custos com energia elétrica, comparação entre sistemas fotovoltaicos e migração para o mercado livre de energia

Gustavo Pedraçoli Nascimento (UTFPR - Londrina) gustavo.pedracoli@gmail.com

Charles Willian Jeton (Faculdade Pitágoras - Londrina) cwjeton@gmail.com

Resumo:

Nos últimos anos o setor elétrico brasileiro vem participando de importantes mudanças, a energia elétrica é responsável por uma boa parte dos custos em grandes consumidores industriais, principalmente em indústrias eletro intensivas onde o consumo é altíssimo (empresas como siderúrgica, metalúrgica, petroquímica, papel e celulose). Este estudo foi produzido comparando o sistema de tarifação convencional com dois métodos alternativos que vem sendo utilizados por indústrias para reduzir seus gastos com energia elétrica, o primeiro é a geração dentro das próprias empresas através de sistemas fotovoltaicos, responsável por converter a energia solar em energia elétrica, abordando métodos de utilização, equipamentos empregados, valores para implantação do conjunto assim como a estimativa de retorno do investimento. O segundo método analisado é a migração para o mercado livre de energia elétrica, onde existe a possibilidade de optar por outro fornecedor de energia que não seja a concessionária que atua na região da empresa, abordando as principais diferenças entre os mercados, os critérios que devem ser atendidos para a migração e a previsão de custos após a mesma. O estudo de novas tecnologias e novas modalidades é essencial em um setor que vem evoluindo constantemente como o setor elétrico, isto se torna evidente não somente no âmbito técnico, mas também no âmbito financeiro.

Palavras chave: Gestão Econômica, Redução Custos, Energia Elétrica, Fotovoltaico, Mercado Livre.

Reduction of costs with electricity, comparison between photovoltaic systems and migration to the free market of energy

Abstract

In recent years the Brazilian electric sector has participated in important changes, the electricity is responsible for a good part of the costs for large industrial consumers, especially in intensive electro industries where consumption is very high (companies such as steel, metallurgy, petrochemical, paper and cellulose). This study was produced by comparing the conventional charging system with two alternative methods that have been used by industries to reduce their energy expenses, the first is the generation within their own companies through photovoltaic systems, responsible for converting solar energy into energy electric, addressing methods of use, equipment used, values for implementation of the set as well as the estimation of return on investment. The second method analyzed is the migration to the electricity free market, where there is the possibility to opt for another energy supplier that is not the concessionaire that operates in the region of the company, addressing the main differences between the markets, the criteria that must be met for the migration and the cost forecast after it. The study of new technologies and new modalities is essential in a sector that is constantly evolving like the electric sector, this becomes evident not only in the technical scope, but also in the financial sphere.

Key-words: Economic Management, Reduce Costs, Electricity, Photovoltaic, Free Market.

1. Introdução

A sociedade de forma geral, a cada dia se torna mais ‘ligada’ a energia elétrica, observando cada ambiente é possível encontrar algo que necessite de eletricidade para executar sua função ou necessitou desta em algum momento de sua criação, deste modo um bem tão essencial não pode deixar de ser administrado e para isso constantemente são criados novos modos de geração e faturamento da energia elétrica. O setor industrial não é um caso à parte, na realidade é um dos que mais se desenvolveram com a utilização da energia elétrica, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2015) estima-se que o uso da energia elétrica por parte dos grandes consumidores industriais nacionais aumente 20,47% entre os anos de 2015 e 2020, chegando a 102,4 TWh, a partir disto têm-se uma noção da importância da gestão da energia elétrica nas indústrias.

Com esta estimativa de consumo dos 102,4 TWh citados acima espera-se que 32,1 TWh sejam de autoprodução, ou seja, as empresas que geram a própria energia elétrica, o que pode ocorrer de várias formas como cogeração, geração através de pequenas termoeletricas, centrais eólicas ou sistemas fotovoltaicos. É evidente a deficiência do setor em fonte renováveis, o Brasil possui apenas 0,02% da sua matriz energética abastecida por sistemas de fonte solar, em contraste o território brasileiro é rico em incidência de radiação solar diário ultrapassando as vezes países onde essa fonte é melhor explorada. Em fevereiro de 2017 o Ministério de Minas e Energia (MME) divulgou que a capacidade instalada de geração de energia elétrica aumentou em 9.764 megawatts no período dos últimos 12 meses, onde a fonte solar representa apenas 1 megawatt, destacando a sua falta de exploração se comparada a outros métodos de geração de energia.

Observando o restante da carga esperada para 2020, os outros 70,3 TWh seriam consumidos da rede, energia que pode ser adquirida através do mercado cativo (concessionárias) ou através do mercado livre (geradores independentes), visto que ambos os ambientes de contratação, apesar das diferenças contratuais e tarifárias, retiram a energia do Sistema Interligado Nacional.

2. O Mercado Atual

Até a década de 1990, no Brasil, todo consumidor de energia era “cativo”, ou seja, só podia comprar energia da concessionária que atuava na área onde ele estava instalado, e muito pouco se falava sobre fontes renováveis e geração de energia através de sistemas como os fotovoltaicos, mas este cenário aos poucos vem mudando, hoje existem incentivos por parte do governo para sistemas de geração distribuída a partir de fontes renováveis, além do mais são vistas com bons olhos as empresas que optam por estes modelos por causarem menos dano ao meio ambiente, apesar disto estas até então são pouco utilizadas em comparação a outras formas de geração, hoje existe ainda o chamado “mercado livre de energia elétrica” o qual permite a compra de energia de outros geradores que não as concessionárias.

2.1 Principais Aspectos

Em meados de 1839, Alexandre Edmond Becquerel ao observar que materiais do tipo semicondutor quando expostos a radiação luminosa eram capazes de produzir uma corrente elétrica, a partir disto iniciou-se os estudos sobre geração fotovoltaica, apesar da data, esta foi uma tecnologia de poucos estudos, somente em 1954 foi produzida uma célula fotovoltaica com aproveitamento aceitável, o que girava em torno de 6%. Porém na década de 1970 a primeira crise energética internacional, motivou os investimentos para pesquisa e desenvolvimento da geração de energia elétrica convertida diretamente da luz do sol.

O potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil é muitas vezes superior ao consumo total de energia elétrica do país. Para exemplificar este potencial, a comparação com a usina hidrelétrica de Itaipu, que contribui com aproximadamente 25% da energia elétrica consumida no país, é

bastante ilustrativa. Cobrindo-se o lago de Itaipu com módulos solares fotovoltaicos de filmes finos comercialmente disponíveis, ..., seria possível gerar o dobro da energia gerada por Itaipu, ou o equivalente a 50% da eletricidade consumida no Brasil. (RÜTHER, 2004)

Apesar deste incrível potencial a energia fotovoltaica ainda cresce tímida, além dos benefícios citados, quando um consumidor instala sistemas de geração com placas solares para suprir sua própria demanda de energia acabam-se criando vários sistemas de geração distribuída, o que tem vantagem sobre a geração central, visto que esta economiza investimentos em linhas de transmissão e distribuição, além de reduzir as perdas, melhorando a estabilidade e confiabilidade do sistema de energia elétrica.

Já o chamado mercado livre de energia teve seus primórdios em 1995, onde se deu início a competição na comercialização de energia elétrica, graças a esta Lei nº. 9.074 (1995) que estimulava investimentos de empresas privadas no setor de geração de energia. Neste ambiente os consumidores pagam às concessionárias ou empresas de distribuição pela ligação e uso das redes (que continuam as mesmas), estes valores não diferem muito dos que são pagos pelos consumidores cativos, contudo é na compra da energia em si que observa-se a principal diferença, o que pode ser muito atrativo, já que podem escolher entre vários vendedores e diferentes tipos de contratos.

Para regular melhor este mercado foi criado alguns critérios e requisitos para migração do ACR (Ambiente de Contratação Regulada) para o ACL (Ambiente de Contratação Livre) estabelecidos pela Lei 9.648 (1998), com base neste critério os consumidores livres foram separados em dois grupos:

O primeiro grupo é composto pelas unidades consumidoras com carga maior ou igual a 3.000 kW atendidas em tensão maior ou igual a 69 kV – em geral as unidades consumidoras do subgrupo A3, A2 e A1. Também são livres para escolher seu fornecedor novas unidades consumidoras instaladas após 07 de julho de 1995 com demanda maior ou igual a 3.000 kW e atendidas em qualquer tensão. Estes consumidores podem comprar energia de qualquer agente de geração ou comercialização de energia. O segundo grupo, composto pelas unidades consumidoras com demanda maior que 500 kW atendidos em qualquer tensão, também podem escolher seu fornecedor, mas seu leque de escolhas está restrito. (ABRACEEL, 2017).

Quanto à segurança ou a qualidade da energia recebida, não existe diferença entre consumidores livres e cativos visto que a energia consumida é a mesma em ambos os casos, graças ao Sistema Interligado Nacional, porém os consumidores livres têm a liberdade de escolher de que forma e de qual gerador querem receber a energia elétrica em sua unidade.

Como em toda situação, existem direitos e deveres, quanto as obrigações que o consumidor livre precisa estar habituado destacam-se: ingressar como agente junto a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), assim como pagar mensalmente a Contribuição Associativa da CCEE para custos operacionais, que são divididos entre os associados proporcionalmente ao volume de energia que cada um negocia, e adequar suas instalações ao Sistema de Medição para Faturamento (SMF) para consumidores livres, que difere um pouco do sistema comumente utilizado pelas concessionárias.

Contudo ressalta-se que conforme Resolução Normativa (REN) nº 517 da ANEEL (2012) a adesão ao sistema de compensação de energia elétrica não se aplica aos consumidores livres ou especiais. Desta forma o consumidor pode optar apenas por uma das alternativas, o sistema fotovoltaico ou a migração para o mercado livre.

2.1 Tarifação

Cabe à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelecer o valor das tarifas de energia elétrica a fim de assegurar um equilíbrio para que consumidor pague um valor justo, e a concessionária tenha meios de oferecer um serviço de qualidade. Os consumidores cativos são classificados em dois grupos distintos para tarifação, estes grupos foram criados com base no nível de tensão de atendimento, o grupo A são os consumidores de alta tensão, possuindo tarifa binômia (tarifa constituída por preços empregáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável), já o grupo B são os consumidores de baixa tensão, que possuem tarifa monômia (tarifa constituída por preços empregáveis somente ao consumo de energia elétrica ativa).

O grupo A é subdividido em A1, A2, A3, A4 e AS também com base na forma e tensão de atendimento. Como a empresa de nossa simulação é atendida em 13,8 kV o estudo foca na tarifação do subgrupo A4, a Tabela 1 apresenta suas possibilidades:

Classe	Demanda Contratada	Modalidade de Faturamento
A4 (entre 2,3kV e 25kV)	Entre 30 kW e 300 kW	Cativo Convencional Cativo Horo-Sazonal Azul Cativo Horo-Sazonal Verde
	Entre 300 e 500 kW	Cativo Horo-Sazonal Azul Cativo Horo-Sazonal Verde
	Maior ou igual a 500 kW	Cativo Horo-Sazonal Azul Cativo Horo-Sazonal Verde
	Maior ou igual a 3000 kW	Livre Especial Cativo Horo-Sazonal Azul Cativo Horo-Sazonal Verde
	ligado após 1995	Livre

Fonte: Adaptado de Florezi (2009)

Tabela 1 – Possibilidade de faturamento subgrupo A4

Nesta tabela observam-se cinco modalidades de tarifas, as duas do mercado livre conforme comentado acima e três modalidades para os consumidores normais, sendo elas:

- Convencional – Modelo onde são aplicadas tarifas com base no consumo de energia e demanda de potência, sem se preocupar com o horário de utilização ou com a época do ano;
- Horo-sazonal Azul - Trata-se da modalidade com tarifas diferentes no consumo de energia elétrica dependendo das horas do dia (Horário de Ponta ou Fora de Ponta) e nos períodos do ano (Período Úmido e Período Seco), assim como tarifas diferentes conforme demanda de potência de acordo com os horários (P) e (FP);
- Horo-sazonal Verde - Modelo com tarifas diferentes conforme o consumo de energia dependendo das horas do dia (P) ou (FP) e dos períodos do ano (PU) e (PS), porem com uma única tarifa de demanda de potência, independente do horário ou meses do ano.

3. Simulações

A seguir são apresentadas duas simulações, a primeira para instalação de um sistema de geração fotovoltaico e a segunda para migração do mercado cativo para o mercado livre de energia elétrica, ambas foram feitas com dados de consumo disponibilizados por uma empresa real, algumas medidas foram tomadas, como a omissão de algumas informações e alteração de alguns dados, para manter o sigilo da empresa como exigido pela mesma.

Como mencionado, a empresa é atendida em uma tensão de 13,8kV e possui uma demanda

contratada de 1.750,00 kW, o que acaba classificando-a no subgrupo A4 segundo a concessionária de energia que a atende atualmente, os consumidores deste grupo podem escolher entre as modalidades de tarifação horo-sazonal azul ou horo-sazonal verde, sendo que esta optou pela horo-sazonal verde. A Tabela 2 traz os dados de consumo da empresa analisada.

Mês	Consumo Ponta [kWh]	Consumo Fora Ponta [kWh]	Demanda Ponta [kW]
Janeiro/16	28.653,00	395.506,00	1630,08
Fevereiro/16	57.208,00	579.841,00	1679,04
Março/16	28.116,00	220.480,00	641,67
Abril/16	78.950,00	499.222,00	1656,00
Mai/16	44.601,00	308.826,00	1604,16
Junho/16	70.671,00	445.519,00	1.624,32
Julho/16	63.946,00	399.988,00	1.425,60
Agosto/16	58.009,00	362.224,00	1.319,04
Setembro/16	44.982,00	360.429,00	1.425,60
Outubro/16	31.101,00	321.345,00	1.416,96
Novembro/16	22.790,00	300.294,00	1.437,12
Dezembro/16	9.721,00	287.394,00	1.517,76
Janeiro/17	11.399,00	325.995,00	1.535,04
Fevereiro/17	7.360,00	310.848,00	1.488,96
Março/17	5.246,00	268.055,00	1.517,76
Abril/17	6.415,00	305.394,00	1.486,08
Mai/17	1.802,00	121.596,00	1.463,04
Junho/17	4.417,00	285.992,00	1.520,64
Média	31.965,94	338.830,44	1.466,05

Fonte: Adaptado fatura energia elétrica concessionária (2016-2017)

Tabela 2 – Histórico de consumo de energia elétrica

Com estes dados são feitos os cálculos, onde são inseridos os valores pagos a concessionária na equação abaixo:

$$CUSTO_{Médio} = D_P + D_{FP} + C_P + C_{FP} \quad (1)$$

Onde:

D_P = Custo com a demanda média de ponta durante um ano [R\$];

D_{FP} = Custo com a demanda média fora de ponta durante um ano [R\$];

C_P = Custo com o consumo médio de ponta durante um ano [R\$];

C_{FP} = Custo com o consumo médio fora de ponta durante um ano [R\$];

Por se tratar de tarifação horo-sazonal verde é cobrada apenas uma demanda independente de ser em horário de ponta ou fora de ponta, tendo em vista que a demanda faturada é igual a demanda contratada, quando a demanda medida for menor ou igual a demanda contratada, utiliza-se esta nos cálculos. Os valores aqui utilizados foram retirados do site da concessionária, fixados conforme Resolução da ANEEL nº 2.255 de 20 de junho de 2017, incluindo alíquotas de ICMS, PIS/PASEP e COFINS vigentes em 07/2017, inserindo estes dados na equação (1):

$$CUSTO_{Médio} = [(1.750 \times 22,23) + (31.965,94 \times 1,8410) + (338.830,44 \times 0,4367)] \times 12$$

$$CUSTO_{Médio} = 2.948.628,58 \text{ [R\$]}$$

Com o gasto anual médio do consumidor cativo calculado, pode-se estimar os gastos com o sistema de geração fotovoltaico e com o mercado livre de energia elétrica.

3.1 O Sistema Fotovoltaico

Em uma definição simples, um sistema fotovoltaico é um sistema capaz de absorver diretamente uma parcela da energia fornecida constantemente pelo Sol e transforma-la em energia elétrica.

O sol é uma fonte de energia considerada praticamente inesgotável e com o avanço contínuo da tecnologia será possível cada vez mais ampliar a capacidade de absorção de sua energia em prol de conforto, preservação ambiental, sustentabilidade, segurança e tantos outros benefícios que um sistema como esse pode oferecer.

Atualmente os sistemas fotovoltaicos possuem uma durabilidade e uma vida útil realmente alta, o que torna os investimentos nesses sistemas extremamente atraentes, a maioria dos painéis solares possuem uma garantia de produção de pelo menos 80% da sua produção nominal por 25 anos e 10 anos contra defeitos de fabricação, a maioria dos inversores utilizados também possuem uma longa vida útil, entre 10 e 15 anos, com uma garantia contra defeitos de fabricação de 5 anos.

Um ponto muito interessante desses sistemas é sua flexibilidade, mesmo os painéis após 25 anos começarem a perder uma parte de eficiência não há uma necessidade direta de substituição, o sistema pode ser complementado com inserção de mais painéis somente para completar a demanda do inversor, levando a durabilidade desses sistemas a números ainda mais expressivos.

3.1.1 Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos para Consumidores do Grupo A

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico aplicado a consumidores industriais deve se levar em consideração os critérios adotados ao sistema de compensação de energia estabelecidas pela ANEEL para os consumidores de energia elétrica do grupo A.

Observando-se a Resolução Normativa nº 687 da ANEEL (2015), pode-se descrever que os consumidores com centrais geradoras que se enquadram no tema proposto devem possuir uma demanda inferior a 5MW e também respeitar os limites de demanda contratada, ou se for o caso do aumento de demanda deve se realizar um estudo preliminar e solicitar o aumento da potência disponibilizada, nos termos do artigo 27 da Resolução Normativa nº 414 da ANEEL, de 9 de setembro de 2010, sendo dispensado o aumento da carga instalada.

Conforme a REN. nº 687 da ANEEL (2015) apud REN. nº 482 da ANEEL (2012) a energia injetada na rede pela unidade consumidora com minigeração de energia distribuída é compensada com o consumo de energia elétrica ativa e os créditos gerados devem ser considerados como geração em período fora de ponta. Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora deve ser consumida por um prazo de até 60 (sessenta) meses. O valor a ser cobrado, deve ser de no mínimo, o valor da demanda contratada para o consumidor que opta por instalar um sistema fotovoltaico.

Outro ponto relevante que se observa é a isenção de impostos federais referente a micro e minigeração distribuída sendo eles PIS e COFINS, onde segundo Cadernos Temáticos da ANEEL (2016) a partir de outubro de 2015 com a publicação da Lei nº 13.169, de 6/10/2015, a incidência do PIS e COFINS passou a acontecer apenas sobre a diferença positiva entre a energia consumida e a energia injetada pela unidade consumidora com micro ou mini geração distribuída e, portanto, considera o sistema de compensação da ANEEL. Também existe a isenção de impostos estaduais para os estados participantes do Convênio ICMS 16/2015, o ICMS incide somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês.

3.1.2 Análise de Investimento

Atendendo aos critérios para dimensionamento de um sistema fotovoltaico para consumidores industriais do grupo A, têm-se então duas situações que merecem uma análise minuciosa, como apresentado na Tabela 3.

Descrição	Demanda	Geração Anual	Investimento Médio
Sistema para atender a demanda anual fora de ponta	1750 kW	2,39 GWh/Ano	R\$ 4.955.477,54
Sistema para atender a média de consumo anual fora de ponta	2880 kW	4,07 GWh/Ano	R\$ 7.631.145,97

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3 – Investimento de acordo com a geração/demanda

Os custos de investimento foram elaborados com base em orçamentos de fornecedores dos materiais empregados, mais os valores referentes a mão de obra (projeto, instalação, comissionamento e star-up).

3.1.2.1 Para a demanda de 1750kW

Para um sistema fotovoltaico que atenda os critérios e que produza cerca de 2,39 GWh de energia é possível estimar a economia anual média ao usuário utilizando a equação (2).

$$Economia_{média} = Geração_{anual} \times (1 - ICMS) \times T_{afira} \times FP_{média} \quad (2)$$

$$Economia_{média} = 2,39 \times 10^6 \times (1 - 0,29) \times 0,4367$$

$$Economia_{média} = 741.036,23 \text{ [R\$]}$$

Para converter esta economia em porcentagem, utiliza-se a equação (3).

$$Economia (\%) = \frac{Economia_{média}}{CUSTO_{Médio}} \times 100 \quad (3)$$

$$Economia (\%) = \frac{741.036,23}{2.948.628,58} \times 100$$

$$Economia (\%) = 25,1316 \%$$

Com isso seria possível obter uma economia de 25,13% em cima do consumo atual, contudo há necessidade de se levar em consideração o investimento a ser realizado, com a equação (4) pode-se estimar que o tempo médio de retorno seja:

$$TMR = \frac{Investimento_{médio}}{Economia_{média}} \quad (4)$$

$$TMR = \frac{4.955.477,54}{741.036,23}$$

$$TMR = 6,6872 \text{ Anos}$$

Apesar dos números obtidos vê-se que há um tempo razoável para que o investimento retorne para a empresa.

3.1.2.2 Para a demanda de 2880kW

Realizando o estudo para um sistema que produza cerca de 4,07GWh de energia é possível estimar a economia anual média ainda utilizando a equação (2).

$$Economia_{média} = 4,07 \times 10^6 \times (1 - 0,29) \times 0,4367$$

$$Economia_{média} = 1.261.931,99 \text{ [R\$]}$$

Porém como descrito acima, neste caso torna-se necessário recalcular o custo médio com a demanda que seria necessária para suprir o consumo total, com isso temos a alteração de dados da formula (1):

$$CUSTO_{Médio} = D_P + D_{FP} + C_P + C_{FP}$$

$$CUSTO_{Médio} = [(2880 \times 22,23) + (31.965,94 \times 1,8410) + (338.830,44 \times 0,4367)] \times 12$$

$$CUSTO_{Médio} = 3.250.067,38 \text{ [R\$]}$$

Da mesma forma convertendo esta economia em porcentagem.

$$Economia (\%) = \frac{1.261.931,99}{3.250.067,38} \times 100$$

$$Economia (\%) = 38,8279 \%$$

Neste sistema é possível obter uma economia de 38,83% acima do consumo atual, porém ainda é preciso levar em consideração o investimento, utilizando a equação (4) é calculado o tempo médio de retorno:

$$TMR = \frac{7.631.145,97}{1.261.931,99}$$

$$TMR = 6,0472 \text{ Anos}$$

Com isto, vê-se que do mesmo modo há um tempo considerável para o retorno do investimento.

3.2 Mercado Livre

Para dar início a simulação deve-se ressaltar que, a data de ligação da empresa com a rede é posterior a 1995, mas o consumidor é enquadrado no perfil de consumidor livre especial, devido a sua demanda contratada ser de 1750 kW, este termo ‘livre especial’ é utilizado para os consumidores livres do segundo grupo conforme ABRACEEL (2017), os quais podem adquirir energia somente de fontes incentivadas, ou seja, pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), usinas térmicas movidas a biomassa, usinas eólicas e sistemas de cogeração.

Como mencionado, para que haja a migração do mercado cativo para o mercado livre de energia é necessário a adequação do Sistema de Medição para Faturamento, já que este se distingue do convencional utilizado pela maioria das concessionárias.

3.2.1 Sistema de Medição para Faturamento

O sistema de medição para faturamento é composto por vários equipamentos, entre eles destacam-se o painel onde ficam abrigados os demais dispositivos, este deve ser exclusivo para o SMF e geralmente é instalado em salas de comando ou casa de força, já as chaves de aferição são componentes mecânico de manobra que garantem uma distância de isolamento elétrico dos pontos de ligação dos equipamentos em sua posição aberta, e mantem a continuidade elétrica deste circuito em sua posição fechada, existem também os TCs (Transformadores de Corrente) e os TPs (Transformadores de Potencial) chamados de transformadores para instrumentos, são dispositivos projetados para alimentar instrumentos elétricos, sejam de proteção, controle ou no caso, medição, sua função é reduzir a magnitude da corrente ou da tensão em uma determina proporção, mantendo a posição vetorial destas grandezas.

De maneira intuitiva um dos principais equipamentos no SMF é o próprio medidor de energia, o qual tem a finalidade de fornecer medições para faturamento, eles devem ser bidirecionais, polifásicos, tender a frequência nominal dos sistemas em que estão instalados, suportar uma corrente conforme o secundário do TC, e uma tensão conforme o secundário do TP. Apesar de serem polifásicos, todos os medidores devem ser independentes entre as fases, para que possam ser realizados ensaios tanto em uma fase apenas ou em todas.

Outro ponto importante é que todo SMF deve possuir equipamentos que possibilitem a comunicação remota com os medidores, tendo como objetivo viabilizar e facilitar os procedimentos de leitura, para que seja possível fazer verificações contínuas dos valores registrados além de dispor de uma memória de massa, visto que através da aquisição destas leituras podem ser disponibilizadas informações estratégicas para o mercado.

Este sistema é interessante não somente para o faturamento e questões comerciais, mas é utilizado também para monitoramento, controle, operação e planejamento, isto é possível pois a junção destes fornece diversas informações importantes como: dados de demanda, contabilização, geração, fator de potência, perda na transmissão e transformação, assim como dados da qualidade da energia.

3.2.2 Analise de custos no Mercado Livre

No ambiente de contratação livre o consumidor deve ter contrato firmado com um gerador ou um comercializador, este contrato chama-se CCVEE (Contrato de Compra e Venda de Energia Elétrica), nele está presente o valor pago pela energia elétrica. Outro ponto importante é a TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição), valor pago a concessionária que engloba a demanda, encargos e energia reativa. Por fim existem os ESS (Encargos de Serviços do Sistema), que representa o valor empregado para manter a estabilidade e confiabilidade do sistema, pago pelos agentes consumidores aos agentes reguladores, este custo é apurado mensalmente pela CCEE. Os valores aqui empregados apesar de serem diferentes dos valores utilizados no ambiente de contratação regulado, também foram retirados do site da concessionária, utilizada na equação (1), a qual optou por fundar outra empresa para atender os consumidores no ambiente de contratação livre, estes valores também fixados conforme Resolução da ANEEL nº 2.255 de 20 de junho de 2017, incluindo alíquotas de ICMS, PIS/PASEP e COFINS vigentes em 07/2017, serão inseridos na equação (5).

$$CUSTO_{Livre} = C_{ENERGIA} + C_{TUSD} + C_{ESS} \quad (5)$$

Onde:

$C_{ENERGIA}$ = Custo com a energia consumida durante um ano [R\$];

C_{TUSD} = Custo com a TUSD durante um ano [R\$];

C_{ESS} = Custo com os encargos de serviço do sistema durante um ano [R\$];

A energia consumida pode ser calculada utilizando a média durante um ano do consumo de energia de ponta [MWh], consumo de energia fora de ponta [MWh] e o valor da energia elétrica conforme contratado CCVEE [MWh/R\$]. Os custos com a TUSD são calculados com os valores médios durante um ano da TUSD referente a demanda [R\$] e o valor da TUSD referente a encargos [R\$]. Já os Encargos de Serviço do Sistema são calculados com o consumo médio durante um ano da energia de ponta [MWh], consumo de energia fora de ponta [MWh] e o valor dos encargos de serviço do sistema, apurado pela CCEE [R\$/MWh]. Aplicando todos estes valores a equação (5) encontramos os gastos para esta empresa no mercado livre de energia durante um ano:

$$CUSTO_{Livre} = [(31.965,94 \times 1,26851) + (338.830,44 \times 0,06202)] + C_{TUSD} + C_{ESS}$$

$$CUSTO_{Livre} = (61.563,38) + [(1.750 \times 22,23) + (31,96594 \times 1.268,51) + (338,83044 \times 62,02)] + C_{ESS}$$

$$CUSTO_{Livre} = \{(61.563,38) + (100.465,88) + [(31,96594 + 338,83044) \times 1,71]\} \times 12$$

$$CUSTO_{Livre} = 1.951.959,86 [R\$]$$

Fazendo uma análise da economia em percentual com os resultados das equações (1) e (5), a equação (6) apresenta:

$$Economia = \left(1 - \frac{CUSTO_{Livre}}{CUSTO_{Médio}}\right) \times 100\% \quad (6)$$

$$Economia = \left(1 - \frac{1.951.959,86}{2.948.628,58}\right) \times 100\%$$

$$Economia = 33,8011 \%$$

Vale a pena ressaltar que devesse considerar os custos para implantação do Sistema de Medição de Faturamento, o qual tem um valor médio de R\$60.000,00 e os custos com quebra de contrato com a concessionária, que varia de um caso para outro conforme tempo restante para vencimento do mesmo, porém independente disto a opção de obter energia através do mercado livre mostrou-se vantajosa também por questões financeiras. Devemos salientar que os resultados serão mais favoráveis para os consumidores que possuam um aproveitamento melhor da energia em relação a demanda contratada.

4. Considerações Finais

Este artigo teve como ponto central a redução de custos com energia elétrica, visando tal fim foram apresentadas duas opções, o sistema fotovoltaico e a migração para o mercado livre, empregando dados de consumo reais, realizou-se dois estudos dos quais se obtiveram valores de investimentos e tempo de retorno, porém foi destacado que o consumidor pode optar apenas por uma das alternativas.

Na primeira simulação analisou-se a viabilidade de implantação do sistema fotovoltaico, ressaltando que o dimensionamento do sistema é realizado de acordo com a demanda. Neste estudo observou-se que um sistema necessário para atender a demanda atual possibilitaria uma economia média de aproximadamente 25,13% com um tempo de retorno do investimento de aproximadamente 6 anos e 9 meses, já uma segunda análise com um sistema que atenda a média de consumo, onde seria necessário o aumento de demanda, seria possível obter uma economia média de 38,83% com um tempo de retorno de 6 anos e 1 mês.

Na simulação seguinte, com a migração para o mercado livre de energia a empresa alcançou uma economia de 33,80%, considerando o valor estimado da instalação do SMF, esta se torna uma alternativa atraente para indústrias que planejam reduzir seus custos com energia, dispondo de um sistema simples e flexível, com liberdade para adquirir energia de geradores independentes.

Por fim, concluiu-se que o sistema fotovoltaico possibilitaria uma economia 5% maior que a obtida no mercado livre, porém com um investimento expressivamente superior. Contudo para um consumidor cativo decidir optar pela instalação de um sistema fotovoltaico, ou pela migração para o mercado livre, é importante ressaltar a necessidade de se realizar um estudo apurado, levando em conta cada situação de uma maneira particular, pois podem existir diferenças com o estudo apresentado, como por exemplo as adequações necessárias em sua unidade física, as tarifas aplicadas por sua concessionária (que muda de uma região para outra), assim como as tarifas estabelecidas no ambiente de contratação livre.

Referências

ABRACEEL, Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. *Quem pode ser Consumidor Livre.* Disponível em: <http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/consumidor_livre.asp>. Acesso em: 07 de agosto de 2017.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Cadernos Temáticos. Micro e Minigeração Distribuída. Sistema de Compensação de Energia Elétrica.* Brasília, DF, Brasil: Centro de Documentação–Cedoc, 2014.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Homologatória nº 2.255, 20 de junho de 2017.* 2017

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa nº. 414, 9 de setembro de 2010.* 2010.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa nº. 482, 17 de abril de 2012.* 2012.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa nº. 517, 11 de dezembro de 2012.* 2012.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica. *Resolução Normativa nº. 687, 24 de novembro de 2015.* 2015.

BRASIL. Lei n. 9.074, de 07 de julho de 1995. *Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.* D.O. de 08/07/1995, P. 10125 (Edição extra).

BRASIL. Lei n. 9.648, de 27 de maio de 1998. *Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação das Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências.* D.O. de 28/05/1998, P. 1

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). *Capacidade instalada de geração de energia tem expansão de 9.764 MW em doze meses.* 2017. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-tem-expansao-de-9-764-mw-em-doze-meses>. Acesso em: 30 de agosto de 2017.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. *Nota Técnica DEA 19/15 - Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 5 anos (2016-2020).* Rio de Janeiro, p. 40, 2015.

FLOREZI, G. *Consumidores Livres de Energia Elétrica uma Visão Prática.* 2009. 158 p. Dissertação Mestrado em Engenharia Elétrica – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RÜTHER, R. *Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil.* Florianópolis, UFSC, 2004.