

Sistema Fotovoltaico “on grid”: Implantação do Recurso ao Crédito para Abatimento da Tarifa dos Clientes do Grupo B

Matheus Saalfeld Robaert

Resumo— Sistema Fotovoltaico tem como premissa a geração de energia elétrica através do sol, por meio de placas solares. Neste artigo, apresenta-se um estudo sobre a história e evolução da tecnologia do segmento, implantação do recurso com equipamentos necessários, etapas de projeto e solicitações junto a concessionária, compensações, tipos de clientes e tarifas, mas principalmente com foco no crédito e abatimento dos valores das contas de energia, através de casos de projetos com consumos e geração reais verificados através de faturas das concessionárias. Foram analisados três cenários com características diferentes de consumo, geração, perfil de consumidor, porcentagem de créditos. Exposição de valores através de tabelas e gráficos, que comparam individualmente o valor da conta, não considerando impostos, com implantação do sistema e sem implantação do sistema, bem como a diferença de valor entre as duas situações.

Palavras Chave—Fotovoltaico, geração, tarifas, créditos, implantação.

Abstract—Photovoltaic is premised on the generation of electrical energy through the sun, through solar panels. This article presents a study on the history and evolution of technology in the segment, implementation of the resource with necessary equipment, Project stage and requests from the concessionaire, compensation, types of customers and tariffs, but mainly focusing on credit and rebates the values of energy bills, through cases of projects with real consumption and generation verified through utility bills. Three scenarios with different characteristics of consumption, generation, consumer profile, percentage of credits were analyzed. Display of values through tables and graphs, which individually compare the value of the account, not considering taxes, with implementation of the system and without implementation of the system, as well as the difference in value between two situations.

IndexTerms—Photovoltaic, generation, tariffs, credits, deployment.

I. INTRODUÇÃO

POR questões ambientais e financeiras, energia limpa e econômica, sistema fotovoltaico é um assunto que desperta interesse de diversas pessoas, sejam leigas no assunto ou não. Cada vez mais a busca por menores impactos ambientais com menor dano a natureza surge nos mais diversos assuntos, na geração de energia não é diferente. Perder ou deixar de ganhar dinheiro também é bastante impactante na vida das pessoas e um abatimento na tarifa de energia como opção é bem atrativa. Portanto, este artigo mostra todo o processo do Sistema Fotovoltaico do tipo “on grid” (conectado à rede de distribuição), desde a descoberta da geração até seus componentes e instalação, passando pelo projeto e execução, fluxo de solicitação junto a concessionária e por fim o abatimento da tarifa com o crédito gerado, através de cenários de pequeno, médio e grande complexidade.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A energia solar sempre foi uma fonte de energia importante, cujo principal objetivo é não desperdiçar recursos.

Atualmente, a energia FV está chamando atenção de fornecedores de energia. Há necessidade de técnicos capacitados em projeto e instalação, além de engenheiros que possam fornecer sistemas FV de alto desempenho, confiáveis e com bom custo benefício. A preocupação com meio ambiente está cada vez mais notável no cenário mundial e por ser uma energia limpa, encontra-se em destaque, bem como a sua capacidade de trazer economia.

A. A Energia Solar

As descobertas sobre energia Fotovoltaica tiveram início em 1839, com o cientista francês Alexandre-Edmond Becquerel, de 19 anos, que colocou duas placas de latão em um líquido condutor e observou que se criou uma luz nas periferias das placas, gerando uma corrente elétrica. Processo esse que ficou conhecido como efeito fotovoltaico.

Em 1873, o cientista britânico de nome Willoughby Smith verificou que o Selênio reagia à luz e em 1880 o inventor Charles Fritts construiu a primeira célula solar deste material,

provando que é possível gerar eletricidade sem uso de combustíveis.

Somente em 1950, nos Laboratórios Bell, cientistas ficaram interessados no Silício. Silício é o segundo elemento mais disponível na Terra e queriam investigar o que ele era capaz de fazer. Descobriram então, que o Silício, tratado com impurezas responde à luz. Quando a luz do sol atinge a célula solar (placa solar), os elétrons se separam dos átomos e se movem. A eletricidade é criada através desse movimento dos elétrons em um circuito elétrico.

Por ser econômico e fácil de se encontrar, hoje a maioria das células fotovoltaicas são feitas de Silício. [1]

B. Componentes

Os sistemas fotovoltaicos são adaptados de acordo com a necessidade, mas no caso do Sistema “on grid”, os componentes são:

Células fotovoltaicas: placas de material semicondutor, tratadas com impurezas químicas que reagem à luz solar (ver Fig. 1), criando tensão e corrente. Os contatos metálicos de cada célula solar coletam os elétrons liberados, gerando corrente elétrica em CC. É gerado uma tensão de aproximadamente 0,5V por placa. [1]

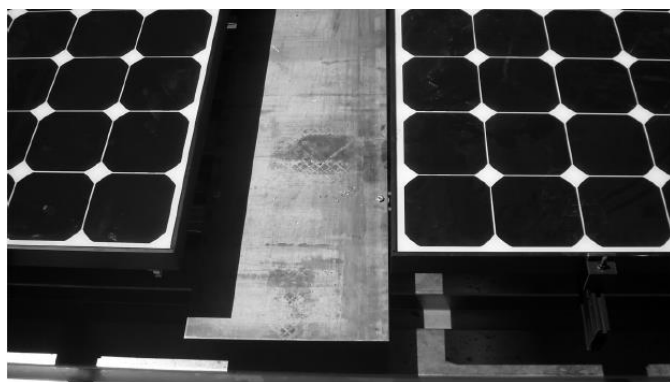


Fig. 1. Células em um modulo.

Inversor: o inversor AC-DC converte a energia de corrente contínua para corrente alternada. São equipamentos que devem ser capazes de sincronizar com a rede de distribuição das concessionárias pois os tipos de forma de onda devem ser iguais.

Nos sistemas “on grid” os inversores utilizados são os de Onda Senoidal. Eles sincronizam com a mesma frequência e tensão da rede de distribuição, recebendo e enviando energia para ela. Outra característica importante é que são dotados de um Sistema de Isolamento, que realiza um desacoplamento em caso de falta de energia da rede, para que em casos de eventuais manutenções, por funcionários das concessionárias, os mesmos estejam protegidos contra choques elétricos, conforme NR-10, sobre trabalhos em redes desenergizadas. Este sistema também protege o Sistema Fotovoltaicos contra surtos.

Por esses motivos, o inversor de Onda Senoidal é de uso obrigatório nos sistemas em que é injetado energia na rede de distribuição, porém, em contrapartida, em caso de falta de energia da concessionária, todo sistema para de produzir energia.

Cabeamento: condutores do circuito. São usados cabos de diferentes tipos, seja para os módulos, conexões AC e cabos DC.

Protetor contra surtos: dispositivo que protege os equipamentos contra choques elétricos oriundos de curtos circuitos, além de danos causados por flutuações de energia.

Medidor bidirecional: como em momentos o cliente fornece energia para concessionária e em outros ele usa a energia da mesma, é necessária uma medição através de um medidor bidirecional ou dois medidores unidirecionais. O mais usado é o bi. A energia contabilizada é somente a energia ativa. [1]

C. Sistema On Grid

Neste tipo de sistema, a energia da concessionária é utilizada como reserva. O armazenamento de energia não é necessário, a não ser que à gosto do cliente ele ache necessário, caso hajam muitas interrupções no fornecimento por parte da concessionária. [1]

Através dos inversores de frequência, os clientes injetam energia na rede de distribuição.

Estes sistemas são encontrados mais facilmente em áreas urbanas, onde o carregamento de carga é normalmente maior, o que acaba ajudando a diminuir o sobrecarregamento na distribuição pois, o consumidor atua como uma micro usina.

O fluxo de geração do sistema on grid é o seguinte: painel solar gera energia fotovoltaica. O inversor, por sua vez, converte a energia DC gerada pelos painéis, em energia AC. A energia solar é usada pela carga (equipamentos do cliente) e o excesso de energia vai para a rede de distribuição. [6][7]

O disjuntor DC deve isolar o inversor de todo o resto do circuito fotovoltaico. Este deve ser de acesso fácil e preferencialmente instalado próximo ao inversor (NEC 690.14 C1 (2011)). [1]

D. Clientes do Grupo B

Segundo a ANEEL, os consumidores com tensão igual ou inferior a 2,3kV estão enquadrados no Grupo B, clientes de baixa tensão.

Esse grupo, ainda é dividido de acordo com as classes de atendimento, separada de acordo com o perfil de consumo do cliente. As classes são: B1- Atendimento Residencial; B2- Atendimento Rural; B3- Demais Classes; B4- Iluminação Pública. [4]

Os consumidores deste grupo possuem duas opções de faturamento, escolhidas por ele, de acordo com o seu perfil de consumo. São as tarifas Convencional Monômnia e Horário Branca.

E. Tarifas

Tarifa Convencional Monômnia: é a tarifa que não sofre alteração no preço do kWh em função do horário de ponta ou fora de ponta, porém, é importante registrar que o valor fixo pode variar de acordo com a bandeira. O cálculo é feito multiplicando-se a quantidade de kW consumido pelo valor do kWh.

Desde 2015 foi adotado o Sistema de Bandeiras Tarifárias, para indicar se haverá acréscimo no valor da energia, em função

das condições para geração de eletricidade. São compostas das cores verde, amarela e vermelha, onde:

Verde: a tarifa não sofre acréscimo; Amarela: acréscimo de R\$ 0,01243 por kWh consumido; Vermelha (está dividida em dois estágios, patamar 1 e 2): acréscimo de R\$0,04169 ou 0,06243 para cada kWh consumido.

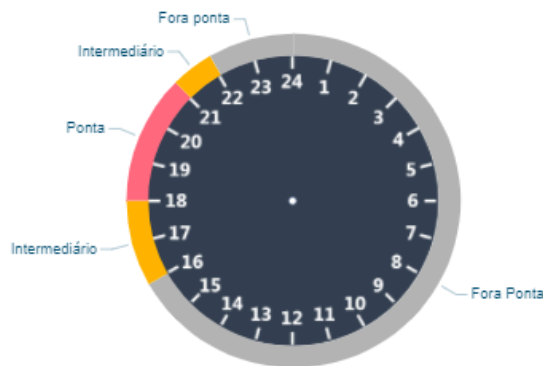
Tarifa Horária Branca: nessa modalidade, o valor do kWh se ajusta de acordo com o horário, seja ele horário de ponta, intermediário ou fora de ponta. O horário de ponta é formado pelo período e 3h consecutivas no período de segunda a sexta-feira, com exceção dos feriados nacionais. O horário de início e término varia de acordo com os postos tarifários de cada região, de acordo com a concessionária responsável pela distribuição de energia, o mesmo vale consequentemente para o horário fora de ponta e intermediário. Em uma concessionária de energia do estado do RS o horário de ponta inicia as 18h e seu término às 21h. [2]

O horário intermediário vale apenas para os consumidores optantes da tarifa branca e tem seu intervalo antes e depois do horário de ponta.

Por fim o horário fora de ponta são todas as horas que não são compostas pelo horário de ponta e intermediário.

O cálculo da tarifa se dá através da soma dos valores do kWh multiplicado pelo consumo de cada horário.

Abaixo, exemplo de horários de uma concessionária do estado do RS:



* Finais de Semana e Feriados Nacionais: Aplica-se somente Horário Fora Ponta

Fig. 2. Posto tarifário. [8]

Em 2012, foi então homologado o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Dessa forma, o cliente pode ter seu próprio sistema de geração e fornecer o excedente para a distribuidora local, recebendo uma compensação na tarifa. Vale ressaltar que os clientes do Grupo B, ainda que na maioria dos casos tenham maior volume de energia injetada na rede do que consumida. Por ela, pagarão o custo de disponibilidade que está previsto em 30kWh para ligações monofásicas, 50kWh para ligações bifásicas e 100kWh para instalações trifásicas. [5]

Qual tarifa aderir?	
Branca	Convencional
- A Tarifa Branca é a melhor opção para clientes atendidos em baixa tensão que tenham ou que possam ter grande parte	- Caso não consiga evitar o consumo no horário de ponta, a adesão à Tarifa Branca pode resultar em uma conta

de seu consumo concentrado nos períodos fora de ponta, lembrando que, em finais de semana e feriados nacionais oficiais, todas as horas do dia são consideradas fora de ponta.

- Para os clientes residenciais, os aparelhos elétricos que mais contribuem com o consumo de energia são os chuveiros elétricos e os equipamentos como ar-condicionado, aquecedores e ferro de passar. Por apresentarem um elevado consumo de energia, em comparação com os demais eletrodomésticos, a possibilidade de utilizá-los nos períodos de fora de ponta será fundamental para definir se a adesão à Tarifa Branca.

- Pessoas que passam maior parte do dia em casa e trabalham a noite têm vantagem no uso da tarifa branca. Por exemplo, um cliente que trabalhe das 18h às 3h da manhã, no verão, utilizaria o ar condicionado, equipamento de grande consumo, nos horários fora de ponta, em que a energia é mais barata. O mesmo vale para o chuveiro, forno de assar. Nos horários intermediário e de ponta, não haveria consumo de carga de grandes equipamentos, nesse caso um cliente teria redução de custos significativas em sua conta de energia.

- Quando o consumidor centraliza seu consumo no período fora de ponta melhora o fator de utilização da rede.

maior: nessa situação, é mais vantajoso continuar na Tarifa Convencional.

- Para um cliente que tenha uma família, cuja esposa e filhos trabalham em horário comercial, seria mais vantajoso a adesão da tarifa convencional monomia pois, estariam todos juntos em casa no horário de ponta, muito provavelmente utilizando-se de chuveiros elétricos, ar condicionado no verão, cafeteiras, ferros de passar, equipamentos com alto consumo de energia, por estão pagando a tarifa de valor fixado conforme bandeira, e não o valor acrescido do horário de ponta, conforme tarifa branca.

Lembrando que a escolha pela tarifa é muito pessoal e deve ser levado em consideração diversos fatores, variando de cliente para cliente.

F. Geração Distribuída (GD)

Geração Distribuída é o termo que se dá à produção de energia elétrica por pequenas centrais geradoras que utilizam energias renováveis, a qual se conectam as redes de distribuição através de instalações e unidades consumidores dos clientes. Definido microgeração como central geradora, com potência instalada menor que 75kW. Neste artigo estamos estudando somente as microgerações. [3]

Os prazos estabelecidos para cada etapa do processo podem ser acompanhados da seguinte forma:

A primeira etapa é dividida em duas partes, que são a Emissão do Parecer de acesso (Sem Obra), com responsabilidade da distribuidora e tem prazo de 15 dias, ou Emissão do Parecer de acesso (Com Obra), esta com prazo de 30 dias, quando há necessidade de obras na rede da distribuidora para ligação do cliente. Em seguida, o passo dois é a Resolução de Pendência para emissão do parecer de acesso, estas de responsabilidade do cliente, com prazo de 15 dias para correção, contados a partir da notificação emitida pela distribuidora. O terceiro passo é a Solicitação de Inspeção, de responsabilidade do cliente, que pode ser feita até 120 dias após emissão do parecer de acesso. O quarto passo fica por conta da distribuidora, e tem prazo de 7 dias após solicitação, para

execução da Realização da Inspeção. O quinto passo, este também de responsabilidade da distribuidora é a Entrega do Relatório de Inspeção (se houverem pendências), que deve ser entregue ao cliente em até 5 dias, após realização da inspeção. Por fim, a última etapa é a Conexão do sistema à rede de distribuição, realizada po técnicos da concessionária de energia, em até 7 dias após aprovação da Inspeção. [10]

G. Compensação no Grupo B

O processo de compensação de tarifa para clientes do Grupo B com GD se dá, da seguinte maneira, segundo a ANEEL (ver Fig 3), para geração no mesmo local de consumo:

- A- A energia injetada em determinado posto tarifário deve ser utilizada para compensar a energia consumida nesse mesmo posto;
- B- Se houver excedente, os créditos de energia ativa devem ser utilizados para compensar o consumo em outro posto horário, se houver, na mesma unidade consumidora e no mesmo ciclo de faturamento;
- C- O valor a ser faturado é a diferença positiva entre energia consumida e a injetada, considerando-se também eventuais créditos de meses anteriores, sendo que caso esse valor seja inferior ao custo de disponibilidade, será cobrado a disponibilidade;
- D- Após a compensação na mesma unidade consumidora onde está instalada a micro ou minigeração distribuída, se ainda houver excedente, um percentual dos créditos poderá ser utilizado para abater o consumo em outras unidades escolhidas pelo consumidor, no mesmo ciclo de faturamento;
- E- Os créditos remanescentes podem ser utilizados por até 60 meses após a data de faturamento. [9] [11]

Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito acumulado (kWh)	Fatura sem GD*	Fatura com GD*	Diferença
Jan	330	353	23	R\$ 168,30	R\$ 51,00	R\$ 117,30
Fev	360	360	23	R\$ 183,60	R\$ 51,00	R\$ 132,60
Mar	460	335	0	R\$ 234,60	R\$ 52,02	R\$ 182,58

Fatura março = (Consumo - Injetado - Crédito utilizado) x Tarifa energia
 Fatura março = (460 - 335 - 23) x 0,51 = R\$ 52,02

Fig. 3. Exemplo de consumo e geração de um trimestre. [11]

O processo de compensação de tarifa para clientes do Grupo B com GD se dá, da seguinte maneira, segundo a ANEEL (ver Fig 4) para geração em local diferente de consumo:

- A- Para o caso de autoconsumo remoto ou geração compartilhada, a energia excedente é a diferença positiva entre a energia injetada e a energia consumida. Já para empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios), o excedente é igual à energia injetada;
- B- Compete ao titular da unidade consumidora informar à distribuidora o percentual da energia excedente a ser alocada entre as demais unidades consumidoras caracterizadas como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras;

- C- O valor a ser faturado em cada uma dessas unidades é a diferença positiva entre energia consumida e os créditos alocados no mês para a unidade consumidora, considerando-se também eventuais créditos de meses anteriores, sendo que, caso esse valor seja inferior ao custo de disponibilidade, para o caso de consumidores do Grupo B, será cobrado o custo de disponibilidade;
- D- Os créditos podem ser utilizados por até 60 meses após a data do faturamento.

Como é possível utilizar os créditos em outras Unidades Consumidoras (autoconsumo remoto/geração compartilhada), deve ser feita uma divisão através de percentuais de energia destinados à outras unidades beneficiárias. A definição deve ser feita pela primeira vez na solicitação de acesso, sendo possível a alteração junto a distribuidora, com antecedência mínima de 60 dias de sua aplicação. [9] [11]

Mês	Consumo UC1 (kWh)	Injetado UC1 (kWh)	Energia excedente UC1 (kWh)	Consumo faturado UC1 (kWh)	Consumo UC2 (kWh)	Crédito alocado UC2 (kWh)	Crédito utilizado UC2 (kWh)	Crédito acumulado UC2 (kWh)	Energia faturada UC2 (kWh)
Jan	330	1.764	1.434	100	957	1.004	957	47	100
Fev	360	1.863	1.503	100	1.008	1.052	1.008	91	100
Mar	460	1.900	1.440	100	1.334	1.008	1.099	0	235

Fig. 4. Exemplo de consumo de geração em local de diferente consumo de um trimestre. [11]

H. Limites de Potência

A possível potência instalada da microgeração é limitada à potência disponibilizada para a UC, onde a central está conectada. Em uma concessionária do estado do RS, a potência disponibilizada é calculada da seguinte forma: para unidades do Grupo B – a resultante da multiplicação da capacidade nominal de condução de corrente elétrica do dispositivo de proteção geral da unidade consumidora, pela tensão nominal. Se o cliente quiser instalar uma potência maior do que a potência disponibilizada, deverá solicitar o aumento de potência. [10]

III. METODOLOGIA

Como metodologia de análise foram utilizados 3 cenários com características de projetos reais, projetos executados de fato. Para diversificar as conclusões, foi aderido um projeto simples, um intermediário e outro complexo.

Tarifas foram criadas de forma fictícia.

Serão investigados resultados apenas na tarifa convencional monômnia, que é a mais utilizada pelos clientes. Lembrando que os valores dos impostos não estão inseridos no cálculo.

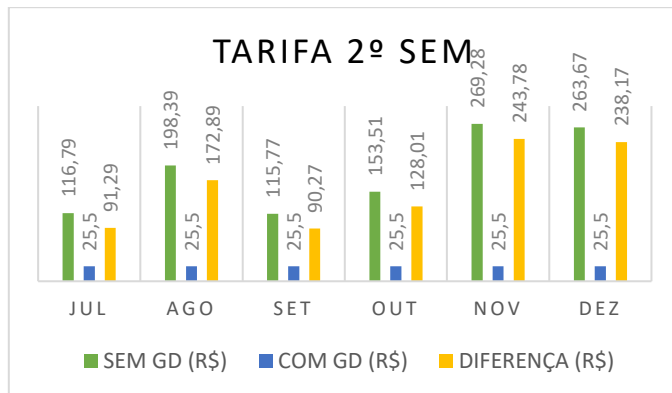
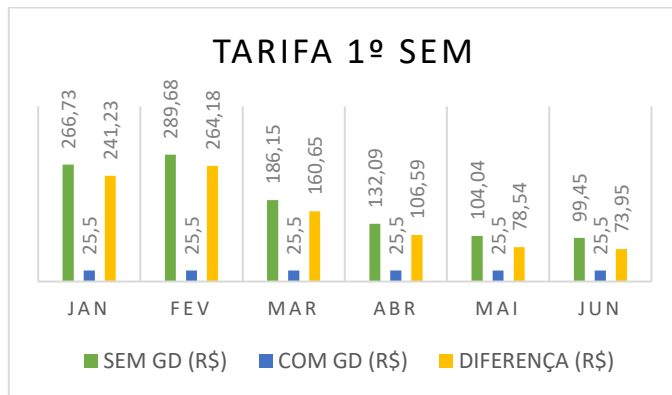
A. Cenário 1 – Caso Simples

O primeiro cenário trata-se de um cliente residencial, de baixa potência, localizado na cidade de Sapucaia do Sul, que instalou o sistema na casa onde mora com sua esposa e seus dois filhos. Cliente com ligação bifásica em 220V, com projeto de 4.29kW de potência nominal.

Por se tratar de ligação bifásica a tarifa mínima é de 50kWh, conforme ANEEL. Utilizaremos para esse cliente uma tarifa de 0,51R\$/ kWh.

Residência bifásico:

Mes	Cons. kWh	Injetado kWh	Cred. Acumul. kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Jan	523	550	27	266,73	25,5
Fev	568	525	27	289,68	25,5
Mar	365	433	95	186,15	25,5
Abr	259	389	198	132,09	25,5
Mai	204	320	314	104,04	25,5
Jun	195	306	357	99,45	25,5
Jul	229	301	299	116,79	25,5
Ago	389	291	135	198,39	25,5
Set	227	317	162	115,77	25,5
Out	301	328	117	153,51	25,5
Nov	528	401	40	269,28	25,5
Dez	517	434	7	263,67	25,5



B. Cenário II – Caso Intermediário

Neste caso, a microgeração foi dimensionada para atender duas unidades consumidoras: a residência do cliente e a empresa de sua filha, uma petshop, ambas localizadas na cidade de Esteio –RS. Na residência moram 4 pessoas.

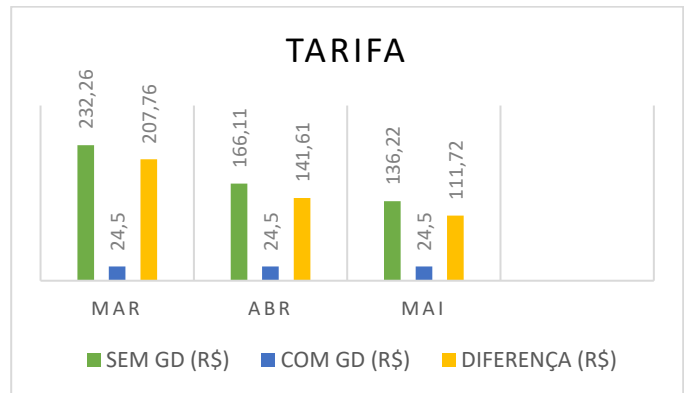
Cliente com ligação bifásica 220V em ambas unidades, sendo assim, tarifa mínima de 50kWh. Para este exemplo utilizaremos a tarifa de 0,49R\$ por kWh.

Este cliente implantou as placas em sua residência e solicitou à concessionária uma UC para esta geração, que ficou no nome de sua filha. O excedente dessa UC, que está para abatimento

da petshop, será revertido 100% para a residência, ou seja, é possível utilizar um terreno apenas para implantação do recurso e gerar para outro titular.

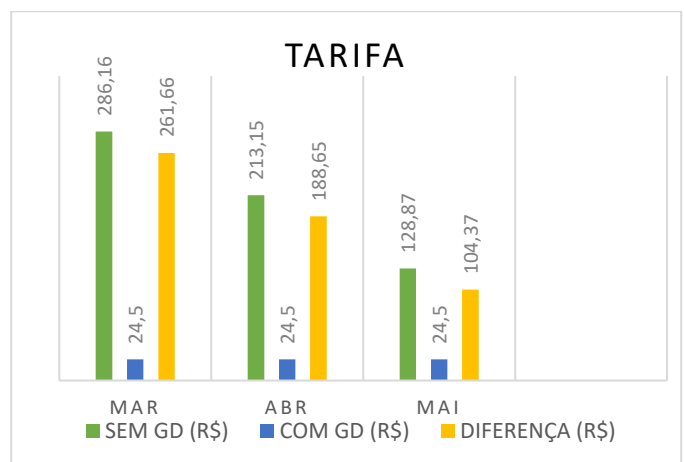
Petshop bifásico:

Mes	Consumo kWh	Injetado kWh	Credito Acumulado p/ outras UC's kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Mar	474	1064	590	232,26	24,50
Abr	339	962	623	166,11	24,50
Mai	278	709	431	136,22	24,50



Residência bifásico: 100% excedente

Mes	Consumo kW/h	Crédito Alocado kWh	Crédito Acumulado kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Mar	584	590	6	286,16	24,50
Abr	435	623	533	213,15	24,50
Mai	263	431	701	128,87	24,50



C. Cenário III – Caso Complexo

O cenário III trata-se de uma microgeração com potência nominal de 31,2kW, localizado na cidade de Sapucaia do Sul – RS, onde o cliente solicitou créditos em diferentes unidades consumidoras: um sítio que é de sua propriedade e onde foi executado o projeto do sistema fotovoltaico, sua empresa de telemarketing, que tem duas unidades divididas e sua

residência, onde mora com sua esposa e um filho.

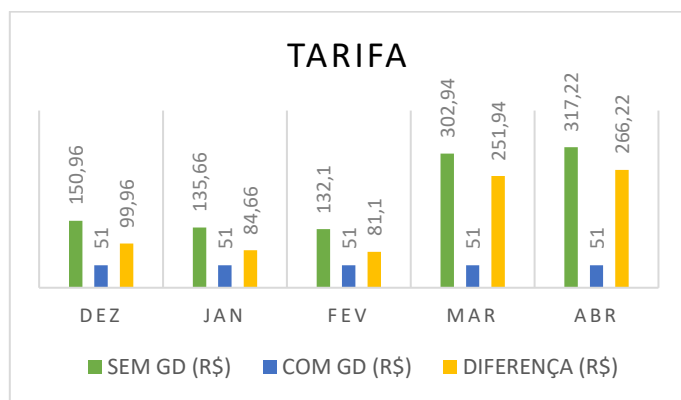
Ligação trifásica na residência, em uma das UC's da empresa e sítio, além de ligação monofásica na outra UC da empresa de telemarketing. Nesse caso, as tarifas mínimas para a residência, parte da empresa e para o sítio seriam referentes ao consumo de 100kWh, e na empresa com ligação monofásica, a taxa é de 30kWh, também conforme normativas da ANEEL. Utilizaremos a tarifa de 0,51R\$ kWh.

Este cliente foi projetado para abatimento total da tarifa em todas as três unidades consumidoras, com análise de consumo médio mensal.

Por sua escolha optou pela divisão de créditos excedentes, da geração no sítio, em 70% para a unidade trifásica da empresa, 23% para residência onde mora e 7% para a unidade monofásica da empresa.

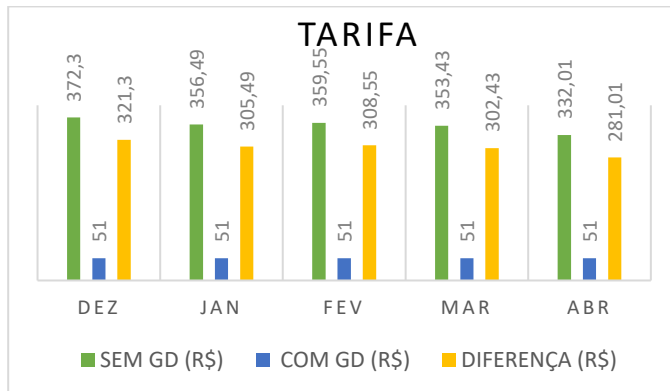
Sítio trifásico:

Mes	Consumo kWh	Injetado kWh	Credito Acumulado p/ outras UC's kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Dez	296	3621	3325	150,96	51,00
Jan	266	4523	4257	135,66	51,00
Fev	259	4491	4232	132,10	51,00
Mar	594	4409	4150	302,94	51,00
Abr	622	4464	3842	317,22	51,00



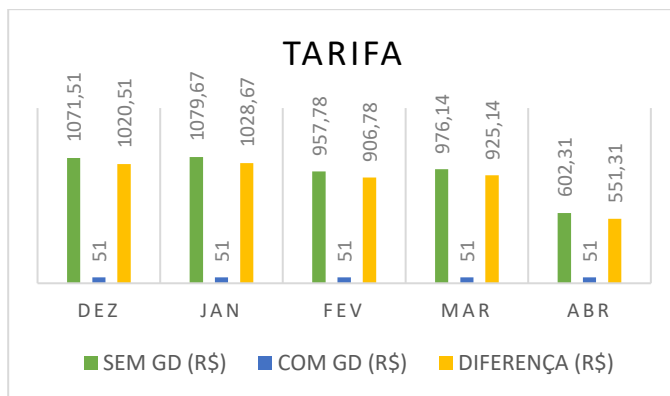
Residência trifásico: 23% excedente

Mes	Consumo kWh	Crédito Alocado kWh	Credito Acumulado kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Dez	730	765	35	372,30	51,00
Jan	699	979	315	356,50	51,00
Fev	705	973	583	359,55	51,00
Mar	693	955	810	353,43	51,00
Abr	651	884	763	332,01	51,00



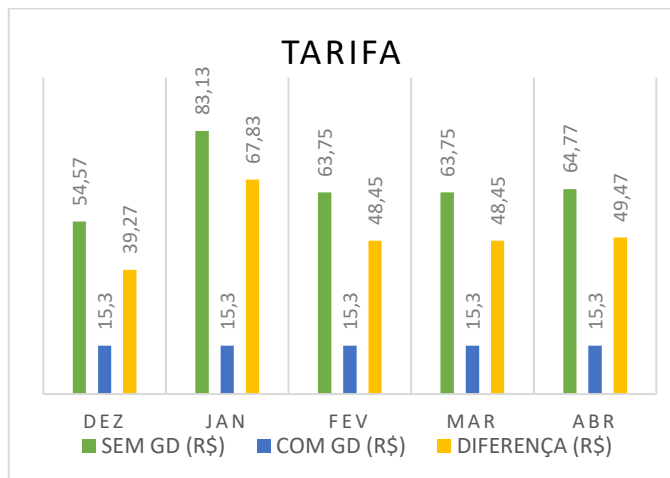
Empresa de telemarketing trifásica: 70% excedente

Mes	Consumo kWh	Credito Alloc. kWh	Crédito Acumul. kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Dez	2101	2331	230	1071,51	51,00
Jan	2117	2982	1095	1079,67	51,00
Fev	1878	2961	2178	957,78	51,00
Mar	1914	2905	2939	976,14	51,00
Abr	1181	2688	3581	602,31	51,00



Empresa de telemarketing monofásica: 7% excedente

Mes	Consumo kW/h	Credito Alloc. kWh	Crédito Acumul. kWh	Fatura sem GD(R\$)	Fatura com GD(R\$)
Dez	107	232	125	54,57	15,30
Jan	163	298	260	83,13	15,30
Fev	125	296	431	63,75	15,30
Mar	125	291	472	63,75	15,30
Abr	127	269	479	64,77	15,30



IV. RESULTADOS

A. Cenário I

Através da análise do primeiro cenário, pelo mês de janeiro, obteve-se o saldo de 27 kWh de crédito, no mês de fevereiro a diferença de consumo X geração foi inferior à 50kWh, valor da disponibilidade. Desse modo, observamos que não foram abatidos os créditos excedentes das faturas anteriores. O valor da fatura para esse mês ficou apenas pelo custo da disponibilidade. No período de março a julho, o valor gerado sempre foi superior ao consumido, tornando a fatura mais barata, com apenas o custo da disponibilidade. Em agosto, o consumo foi maior que a geração num total de 98 kWh de diferença. Para o cálculo desse abatimento devemos subtrair 50 kWh dessa diferença (valor da disponibilidade) e apenas o restante, neste caso 48kWh, deve ser abatido dos créditos acumulados. Apenas em novembro, novamente, o consumo superou a geração e desta mesma maneira foram subtraídos 50kWh da diferença, posteriormente aplicando o crédito acumulado obtivemos abatimento total da tarifa, pagando somente o custo da disponibilidade. Para dezembro, o ocorrido foi o mesmo, com um saldo acumulado final de 7kWh. Uma redução média de 86% na tarifa de energia.

B. Cenário II

O caso II mostra a possibilidade da execução do projeto em um terreno que gere para uma instalação principal localizada em outra propriedade. A petshop sempre esteve isenta, pois, o projeto visa atender as duas unidades e o valor de geração, portanto, é bem elevado. Em casos onde a geração atende mais de uma UC, apenas o valor excedente da UC principal é repassado à outra unidade. Os valores sempre excederam e, portanto, a residência, no período estudado, sempre teve maior quantidade de geração, em relação ao consumo. A economia na conta de energia foi de aproximadamente 86% na petshop e 88% na residência.

C. Cenário III

O cenário III apresenta uma geração com excedentes distribuídos em outras três unidades, onde o cliente determinou a porcentagem para cada uma conforme sua preferência. As três

unidades consumidoras sempre estiveram com a fatura mínima, pois, a geração foi dimensionada para suprir todas as unidades que o cliente desejou inserir no abatimento. A economia no valor da conta de luz, no sítio, foi de aproximadamente 75%. Na empresa de telemarketing a economia foi de 77% e na residência teve economia de 86% no valor da conta de energia.

V. CONCLUSÃO

Através dos resultados e teorias sobre os sistemas fotovoltaicos, podemos verificar a grande economia no valor da fatura da conta de energia elétrica. Sem entrar no mérito do investimento e questão custo x benefício, mas focando apenas na economia do valor de conta, é possível notar um valor bem expressivo na redução, uma média de 83% do valor, de acordo com os casos estudados.

Outros fatores são importantes na hora do projeto, como a quantidade desejada de energia a ser gerada, quantas unidades pretende abater a tarifa, posição da instalação e ângulo do sol. Esses são fatores que podem influenciar em um bom ou mau rendimento do sistema.

Importante verificar que em períodos de chuva a geração se torna menor, mas também é um período onde o consumo é reduzido, período de inverno. No verão, embora hajam mais dias de sol, excelentes para uma boa geração, o consumo se torna maior devido utilização de ar condicionado, por exemplo. Não significa apenas que no verão poderá ou não ter uma geração maior ou menor do que o consumo, pois, o que pode interferir é a potência nominal de projeto, ângulo de captura dos raios, posição no telhado, enfim, alguns fatores que interferem e devem ser levados em consideração.

REFERÊNCIAS

- [1] BALFOUR, John *et al.* **Introdução ao Projeto de Sistemas Fotovoltaicos**. Burlington: Jones And Barlet Learning, LLC, 2013. 1 v.
- [2] CPFL (São Paulo) (org.). **Tarifa Branca**. Disponível em: <https://www.cpf.com.br/atendimento-a-consumidores/tarifa-branca/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- [3] BRASÍLIA. Aneel. Agência Nacional de Energia Elétrica (org.). **Geração Distribuída**. Disponível em: www.aneel.gov.br/geracao-distribuida. Acesso em: 26 abr. 2021.
- [4] BRASÍLIA. GRUPO B. (org.). **Grupo B**. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fhome%3Fp_auth%3D8lsS4vm5%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=15049535&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=grupo-b&inheritRedirect=true#:~:text=Grupamento%20composto%20de%20unidades%20consumidoras,\)%20subgrupo%20B4%20%2D%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20p%C3%BAblica..](http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fhome%3Fp_auth%3D8lsS4vm5%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=15049535&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=grupo-b&inheritRedirect=true#:~:text=Grupamento%20compосто%20de%20unidades%20consumidoras,)%20subgrupo%20B4%20%2D%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o%20p%C3%BAblica..) Acesso em: 17 maio 2021.

- [5] CPFL (São Paulo). Cpfl (org.). **Micro e Minigeração**. Disponível em: <https://servicosonline.cpf.com.br/agencia-webapp/#/informacoes-micro-mini-geracao>. Acesso em: 02 jun. 2021.
- [6] **COMO Funciona a Energia Solar**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- [7] **SISTEMA Fotovoltaico Conectado à Rede (On Grid): O Guia 100% Completo**. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid/>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- [8] BRASÍLIA. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (org.). **Tarifas Consumidores**. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBJCLDgbE/content/alta-tensao/654800?inheritRedirect=false. Acesso em: 10 jun. 2021.
- [9] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Perguntas e respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012**. 25 maio 2017. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/FAQ+-V3_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86 Acesso em: 21 jun. 2021.
- [10] CPFL ENERGIA. **Guia de acesso ao sistema de micro e minigeração no grupo CPFL**. 26 f. Disponível em: https://www.cpf.com.br/atendimento-a-consumidores/produtos-e-servicos/Documents/CARTILHA_GERACAO_DISTRIBUIDA.PDF Acesso em: 01 jun. 2021.
- [11] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2016. 34 p.